Technical Sciences
Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 90 00

TNO-rapport

TNO 2015 R10334 | Eindrapport

Werking en Bereikbaarheid Alarmnummer 1-1-2 via Mobiel

Datum	Januari 2015
Auteur(s)	Ir A.H. van den Ende et al
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	70 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken
Projectnaam	Mobiele bereikbaarheid van 1-1-2
Projectnummer	060.05557

Managementuittreksel

Titel :	Werking en Bereikbaarheid van 1-1-2 via Mobiel
Auteur(s) :	Ir A.H. van den Ende et al
Datum :	Januari 2015
Opdrachtnr. :	
Rapportnr. :	TNO 2015 R10334

Achtergrond

Het nationale alarmnummer 1-1-2[1] maakt het mogelijk om bij een ongeluk of calamiteit telefonisch snel hulp in te roepen. Het tijdig kunnen bereiken van de hulpdiensten door gebruikmaking van dit alarmnummer kan van levensbelang zijn, of kan verergering van een noodsituatie voorkomen. Burgers gaan er vanuit dat het alarmnummer onder alle omstandigheden kan worden gebeld en de Alarmcentrale bereikbaar is. De burger maakt daarbij tegenwoordig geen onderscheid meer tussen het bellen met een vaste of met een mobiele telefoon. Naar aanleiding van enkele recente (bijna) incidenten zijn twijfels ontstaan over de bereikbaarheid van de 112- Alarmcentrale via de mobiele telefoon en heeft de kwestie maatschappelijke en politieke aandacht gekregen. Het Ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft de Kamer toegezegd de mobiele bereikbaarheid van het Alarmnummer 112 nader te onderzoeken om daarna te bepalen of en zo ja welke maatregelen nodig zijn. Aldus is TNO gevraagd een onderzoek uit te voeren, in nauwe samenwerking met het Agentschap Telecom (AT). Dit gerapporteerde onderzoek vormt de eerste fase van het volledige door EZ beoogde 112-mobiel onderzoek.

Vraagstelling aan TNO

TNO is gevraagd te kijken naar de technisch-functionele werking van 112 telefoongesprekken die door een gebruiker van een mobiel toestel worden geïnitieerd. Belangrijk daarbij is om daarbij diverse relevante factoren en effecten mee te nemen die de mobiele bereikbaarheid van 112 negatief beïnvloeden. Bijzondere aandacht is gevraagd voor effecten in het grensgebied. TNO is verzocht de resultaten van het onderzoek te vertalen naar een helder en toegankelijk geschreven rapport en de mobiele bereikbaarheid van 112 inzichtelijk te maken door middel van een landelijke “112-mobiel dekkingskaart”. Deze kaart dient een zo betrouwbaar mogelijke indicatie te geven van de slaagkans van een mobiele 112-mobiel oproep op een willekeurige locatie buitenshuis in Nederland. Tot slot is door TNO en AT voorgesteld om ook aandacht te schenken aan suggesties gericht aan de mobiele beller voor situaties waarin 112 (ogenschijnlijk) niet kan worden bereikt. Aldus samen gevat dient het onderzoek drie doelen namelijk verbetering van het inzicht in (1) de werking van 112 over mobiele netwerken[2], (2) de verbindingswaarschijnlijkheid bij mobiele 112-mobiel oproepen buitenshuis binnen Nederland en (3) in het handelingsperspectief van de beller zelf bij eventuele (ogenschijnlijke) problemen in de mobiele bereikbaarheid.

---

[1] De officiële schrijfwijze is 1-1-2. Wij hanteren in dit rapport echter de eenvoudiger spelling 112.
[2] In dit rapport aangeduid met 112-mobiel.

Aanpak van het onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd in nauwe samenwerking met AT, de landelijke 112 Alarmcentrale te Driebergen, de mobiele operators KPN, Vodafone, T-Mobile en de toestelleverancier Samsung. Allereerst is langs theoretische weg de werking van 112-mobiel onderzocht. Dit betrof de inspectie van relevante internationale telecommunicatiestandaarden, het uitvragen van de mobiele operators en van de genoemde toestelfabrikant over belangrijke technische aspecten rond 112-mobiel. Direct daarna zijn 112-mobiel (outdoor) oproeptesten bedacht, voorbereid, uitgevoerd en geëvalueerd. De testen zijn voorbereid en uitgevoerd door AT, in Enschede en omgeving alsmede op de Veluwe. De bevindingen van deze, overigens niet uitputtende testen zijn gebruikt ter vergroting van het begrip van de werking van 112-mobiel in het onderzoeksteam en voor de ontwikkeling van een proefversie van de 112-mobiel dekkingskaart. Voor dat laatste zijn de mobiele operators verzocht om hun meest nauwkeurige planning van de radiodekking van hun netwerken beschikbaar te stellen voor het onderzoek omdat deze informatie belangrijke input vormde voor de 112-mobiel dekkingskaart. Noemenswaardige beperkingen in de scope van het onderzoek zijn de focus op één specifiek type mobiele telefoon, de beperking van de outdoor testen tot regio Enschede en de Veluwe, en de uitsluiting van 4G-netwerken (LTE). De twee eerstgenoemde inperkingen waren noodzakelijk teneinde al op redelijk korte termijn met richtinggevende resultaten te komen. De uitsluiting van 4G heeft te maken met het feit dat 112 vooralsnog niet rechtstreeks via deze netwerken kan worden gebeld, althans niet op een wijze gelijkwaardig met 2G en 3G. Deze Voice-over-LTE (VoLTE) mogelijkheid wordt pas op zijn vroegst in 2016 geïntroduceerd.
Met de opstelling van dit rapport is een eerste onderzoeksfase afgerond. De samenwerking met de diverse stakeholders in deze fase namelijk de mobiele operators, de toestelleverancier, de leverancier van de testapplicatie (ROMES) en de 112-Alarmcentrale is door TNO en AT als zeer constructief ervaren. Vervolgonderzoek inclusief verdere testen zal geschieden door AT met support van TNO.

Resultaten

Inzicht in de werking van 112-mobiel

Het onderzoek heeft zich onder andere gericht op de werking van 112 via mobiele netwerken en in de belangrijkste effecten die daarbij kunnen optreden waar de beller rekening mee moet houden. Een mobiele noodoproep en de afhandeling daarvan door een mobiel netwerk zoals vastgelegd in internationale standaarden wijkt op enkele specifieke punten af van reguliere mobiele spraakoproepen. Deze aanpassingen hebben tot doel de verbindingsopbouw te versnellen, de omstandigheden waaronder een 112-mobiel oproep succesvol kan worden gepleegd te verruimen en de prioriteit in de afhandeling door het netwerk te vergroten. Tevens wordt vergroting van de robuustheid beoogd in omgevingen met beperkingen in dekking van individuele netwerken en tot slot vergroting van de traceerbaarheid van de beller in nood. Hierna worden enkele eigenschappen nader toegelicht.

Een essentiële eigenschap van 112-mobiel is de mogelijkheid voor een mobiel toestel om aan te haken op iedere cel in zijn omgeving (ongeacht welke mobiele aanbieder deze cel beheert) die qua radiotechnische condities geschikt lijkt om van

daaruit een succesvolle verbinding met het vaste netwerk maken. In die omstandigheden waarin het netwerk van de eigen aanbieder onvoldoende dekking biedt geeft dit dus extra verbindingsmogelijkheden. Dat is een essentieel verschil met reguliere telefoongesprekken, naast het feit dat 112-mobiel gesprekken in het netwerk prioriteit krijgen boven ander spraak- en dataverkeer. Beide eigenschappen vergroten in belangrijke mate de slaagkans van 112-mobiel oproepen in mobiele netwerken.

Een andere voor 112-mobiel specifieke eigenschap is dat dit nummer ook met een mobiel toestel zonder actieve SIM-kaart kan worden gebeld. Noemenswaardige en voor de gebruiker belangrijke verschillen ten opzichte van een oproep met een toestel met actieve SIM-kaart (meest courante situatie) zijn ten eerste dat de verbindingsopbouwtijd iets korter blijkt, maar ten tweede dat de Alarmcentrale bij een dergelijke oproep wel een toestelidentificatie heeft maar geen nummer waarop kan worden teruggebeld. Er zijn geen aanwijzingen dat er een verschil in slaagkans van oproepen van dit type aan de orde is.

Een laatste specifieke eigenschap van 112-mobiel is dat separaat de positie wordt meegestuurd van het basisstation in het netwerk die de oproep heeft opgevangen zodat er een ruwe indicatie is van de locatie van de beller (SIM-gebaseerde oproepen).

In het kader van dit onderzoek zijn door AT in nauwe samenwerking met TNO en met medewerking van de landelijke 112 Alarmcentrale de mobiele operators en de fabrikant van het type testmobiel, op systematische wijze testen uitgevoerd in de regio Enschede inclusief het grensgebied met Duitsland, en op de Veluwe. Op basis van ruim 4.300 volledig gemonitorde oproepen is aangetoond dat 112-mobiel althans met de gekozen testconfiguratie volgens verwachting lijkt te werken, met scores voor slaagkans en verbindingstijd die zich in normaal c.q. gunstig opzicht lijkt te verhouden tot gepubliceerde scores in diverse andere Europese landen. Dat is geen impliciet waardeoordeel maar is wel een zinvolle benchmark. Opvallende observaties daarbij zijn geweest het optreden van wachttijden en het verwachte euvel dat optreedt in de grensgebieden indien 112 wordt gebeld met een mobiel toestel zonder actieve SIM-kaart. Deze oproepen worden door Duitse netwerken geblokkeerd op grond van Duitse wetgeving. Dit is overigens ook het geval in het grensgebied met België.

Het optreden van soms lange wachttijden bij de opbouw van een 112-mobiel verbinding na een oproep is een observatie die expliciet onder de aandacht moet worden gebracht. Er *kunnen* daarbij verbindingsopbouwtijden ontstaan die dusdanig lang zijn dat de gebruiker in de veronderstelling kan geraken dat de 112-mobiel oproep niet lukt. Een mogelijke oorzaak van een langer durende verbindingsopbouw is de werking van het mechanisme voor de terugschakeling van 4G naar 3G/2G voor telefonie, maar daarmee zijn de soms geconstateerde tijden niet volledig verklaarbaar. Omdat lange verbindingsopbouwtijden ongewenst zijn bij 112 beveelt TNO aan om hier apart naar te kijken, in samenwerking met de mobiele operators. Er zijn overigens technieken in omloop om deze terugschakeltijden te reduceren, maar het genoemde effect treedt in de praktijk toch op. Tevens is van belang erbij aan te geven dat de toepassing van deze terugschakeling tijdelijk is; zodra 112 over VoLTE werkt, is deze niet meer nodig. Daaruit mag niet automatisch worden geconcludeerd dat langdurige verbindingsopbouwtijden tot het verleden

zullen behoren. Het is immers nog niet precies duidelijk waar deze door worden veroorzaakt.

Meer inzicht in de bereikbaarheid van 112-mobiel
Ten aanzien van de bereikbaarheid van 112 via mobiele netwerken in de zin van de slaagkans van een 112-mobiel oproep zijn twee zaken van belang namelijk de bevindingen tijdens de uitgevoerde 112-mobiel testen en de ontwikkeling van een proefversie van een landelijke ‘112-mobiel dekkingskaart’.

De uitgevoerde 112-mobiel testen hebben het inzicht vergroot in de mobiele bereikbaarheid van 112 in de bezochte gebieden. Het geregistreerde percentage geslaagde oproepen kwam uit op bijna 99%. Een andere belangrijke observatie is dat 112-mobiel oproepen al bij lage tot zeer lage signaalsterktes (downlink) succesvol kunnen verlopen. In combinatie met de unieke eigenschap ‘emergency camping’ die we op de Veluwe werkend hebben gezien[3], ontstaan al snel signaalsterktecondities die toereikend zijn om 112-mobiel oproepen te doen slagen. Locaties binnen de bezochte gebieden, waar de signaalcondities van alle GSM- en UMTS-netwerken gecombineerd ontoereikend waren zijn ook niet aangetroffen binnen de scope en tijdslijnen van de testen. Deze bevindingen geven, in combinatie met de informatie over de beschikbare netwerkvoorzieningen (opstelpunten) in die gebieden (regio’s Enschede en de Veluwe), ons een eerste indicatie van een waarschijnlijk in het algemeen hoge slaagkans van 112-mobiel oproepen aldaar.

Tijdens de 112-mobiel steekproeftesten kon geen verband worden gelegd tussen enerzijds de ontvangen en door een mobiel toestel geregistreerde signaalsterkten en anderzijds de slaagkans van 112-mobiel oproepen. Zulks suggereert niet dat dit verband überhaupt niet bestaat, maar feitelijk waren de dekkingscondities van de gezamenlijke netwerken op de bezochte locaties in het testgebied dermate gunstig dat dit niet tot mislukte oproepen heeft geleid. Wel is op grond van het toch vóórkomen van mislukte oproepen in de testen aangetoond dat er dus klaarblijkelijk ook andere factoren zijn dan de signaalsterkte in de verbinding naar het mobieltje toe die van (beperkende) invloed zijn op de slaagkans.

Door TNO is mede op basis van de inzichten opgedaan tijdens de 112-mobiel steekproeftesten en uitgaande van hoge resolutie dekkingsvoorspellingen die door de drie landelijk mobiele operators kunnen worden aangereikt, gereedschap ontwikkeld voor het maken van een landelijke ‘112-mobiel dekkingskaart’ in basisvorm. De methode komt neer op het eerst genereren van afzonderlijke 112-mobiel dekkingskaarten voor de verschillende netwerkconfiguraties die daarna op betrekkelijk eenvoudige wijze worden gecombineerd. Daarmee is ook al in deze fase van het onderzoek daadwerkelijk door AT een proefversie van de landelijke 112-mobiel dekkingskaart gemaakt die een eerste inzicht biedt in de lokaal te verwachten slaagkans van 112-mobiel oproepen. De nauwkeurigheid van de proefkaart zou echter in de tijd verder moeten worden verbeterd, zeker als de kaart ook in de toekomst van belang blijft. Verbetering kan vooral worden bereikt door middel van aanvullende testen/metingen. Het door TNO ontwikkelde gereedschap is ook daarop ingericht. Het is dan ook van belang dat AT en de operators gezamenlijk tot procesafspraken komen die het efficiënt produceren en publiceren

[3] In het grensgebied is hoofdzakelijk international roaming geconstateerd.

van eventuele updates van de 112-mobiel dekkingskaart faciliteren. Ook hier is in dit stadium al rekening mee gehouden door TNO en AT.

Meer inzicht in handelingsperspectief
Tot slot is in dit onderzoek op initiatief van TNO en AT ook aandacht besteed aan concrete voorzorgsmaatregelen en aan suggesties voor handelingen van burgers in situaties waarin 112-mobiel niet werkt c.q. niet lijkt te werken. Voor een opsomming van deze punten wordt naar het rapport zelf verwezen.

Voorlopige conclusies

Deze eerste fase van het 112-mobiel onderzoek heeft zoals beoogd geleid tot een beduidend beter inzicht in de technische werking en in de bereikbaarheid van 112 via mobiele netwerken.

Uit de 112-mobiel steekproeftesten is naar voren gekomen dat 112-mobiel functioneert zoals werd verwacht op basis van specificaties vastgelegd in de standaarden, maar met twee belangrijke observaties daarbij, namelijk het risico van langere verbindingsopbouwtijden en het effect van blokkering van 112-mobiel oproepen bij SIM-loos telefoneren dat in grensgebieden met Duitsland respectievelijk België kan optreden, een effect dat door de onderzoekers werd verwacht maar mogelijk publiekelijk niet of weinig bekend is.

De resultaten van de steekproeftesten in de bezochte gebieden op het gebied van mobiele bereikbaarheid van 112 voeden de verwachting dat deze in de bezochte gebieden, uitgedrukt in slaagkans, boven verwachting hoog zal blijken te zijn. Dat neemt niet weg dat er tijdelijk en plaatselijk qua dekking ongunstige situaties kunnen bestaan waardoor een mobiele 112-mobiel oproep niet slaagt. Binnenhuisdekking is niet onderzocht.

Op basis van deze resultaten kunnen nog geen uitspraken worden gedaan over de verwachte uitkomsten voor geheel Nederland. Er is bijvoorbeeld nog geen inzicht in de prestaties van 112-mobiel in gebieden met grote verkeersdrukte zoals in de grote steden in de Randstad. Dit is een andere context dan waar nu is getest. De resultaten hebben verder bevestigd dat ook bij een goede dekking mislukte oproepen toch *kunnen* optreden die maken dat zelfs bij een perfecte dekking de slaagkans de 100% toch niet bereikt.

De verkregen resultaten tot nu toe geven in elk geval geen voeding aan het vermoeden dat er een 112-mobiel dekkingsprobleem bestaat dat door het bijplaatsen van tal van extra opstelpunten moet worden opgelost. Na voltooiing van het gehele 112-mobiel onderzoek waarin aanvullende testen zijn gedaan zal een beter onderbouwd oordeel kunnen worden gegeven over de mobiele bereikbaarheid en over passende oplossingen.

TNO heeft een tool ontwikkeld waarmee nu en/of na voltooiing van het volledige onderzoek een **landelijke 112-mobiel dekkingskaart** kan worden gemaakt. Met de tool is in deze fase van het onderzoek een proefversie gemaakt. Verwezenlijking van een dergelijke kaart kent een flink aantal complicaties die in het rapport zijn benoemd en zeker de eerste versies van de 112-mobiel dekkingskaart zullen ook omzichtig moeten worden geïnterpreteerd. Na afronding van het volledige

onderzoek zal door AT een landelijke 112-mobiel dekkingskaart in operationele vorm beschikbaar worden gesteld.

We hebben inzichtelijk kunnen maken dat 112-mobiel oproepen technisch gezien correct kunnen verlopen terwijl de gebruiker toch de **beleving** kan hebben dat de oproep niet slaagt. Een stuk inzicht in de technische werking van 112-mobiel en in wat bellers kunnen doen in geval van ervaren problemen kunnen positief bijdragen aan de menselijke beleving van de slaagkans van 112-mobiel oproepen zonder te ontkennen dat er situaties kunnen optreden waarin het ook echt niet lukt.

Aanbevelingen voor vervolg

Aanbevolen wordt om aanvullende testactiviteiten uit te voeren gericht op het verder valideren en verbeteren van de nauwkeurigheid van de 112-mobiel dekkingskaart. Dit betreft:

1. het uitvoeren van metingen (laboratoriumtesten) in enkele standaard praktijkscenario's rond het mobiele gebruik van 112 om de effecten daarvan in signaalsterktecondities te kunnen afschatten en de impact daarvan op de 112-mobiel dekking vast te stellen. Voor scenario's buitenshuis is dit nog enigszins realistisch te doen;
2. het uitvoeren van laboratoriumtesten met andere courante typen mobieltjes om te kunnen vaststellen in hoeverre het belgedrag en de radiotechnische eigenschappen verschillen van die van de gekozen testmobiel;
3. het uitvoeren van aanvullende en goed voorbereide testen elders in Nederland met dezelfde testconfiguratie als die in de 112-mobiel steekproef is gebruikt met enkele specifieke aandachtspunten. Deze campagne kan van eenzelfde omvang zijn als de voorgaande steekproef. Er is op grond van de huidige inzichten geen reden voor grotere aantallen.

Aanbevolen wordt om gericht te kijken naar feitelijke oorzaken van het optreden van soms lange verbindingsopbouwtijden bij 112-mobiel oproepen. Deze activiteit moet ook helder maken of deze effecten ook in de toekomst zullen blijven bestaan en wat er aan kan worden gedaan om dit terug te dringen.

Indien ook in de toekomst de 112-mobiel dekkingskaart van belang blijft dan wordt aanbevolen om bijzondere aandacht te schenken aan de duiding van de kaart en moet er ruimte zijn voor wijzigingen als gevolg van verdere verbeteringen van de kaart. Van belang is dan ook de inrichting van een efficiënt proces om AT in samenwerking met de mobiele operators in staat te stellen updates van de 112-mobiel dekkingskaart te genereren. Het is aan de overheid om in overleg te treden met de operators over de implicaties ten aanzien van administratieve lasten.

Inhoudsopgave

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het nationale alarmnummer 1-1-2[4] maakt het mogelijk om bij een ongeluk of calamiteit telefonisch snel hulp in te roepen. Het tijdig kunnen bereiken van de hulpdiensten door gebruikmaking van dit alarmnummer kan van levensbelang zijn, of kan verergering van een noodsituatie voorkomen. Een ieder kan geheel onverwachts in zo'n situatie terechtkomen en de publiekscampagne heeft de bekendheid onder de bevolking vergroot dat men dit speciale nummer kan bellen om hulp in te schakelen. Burgers vertrouwen er vervolgens op dat het alarmnummer onder alle omstandigheden kan worden gebeld en de Alarmcentrale bereikbaar is. Men maakt daarbij geen onderscheid tussen het bellen met een vaste of met een mobiele telefoon. Zeker gezien de massale adoptie in de maatschappij van mobiele telefoons en *smart phones* raakt zelfs de vaste telefoon op de achtergrond en zijn veel mensen afhankelijk geworden van hun mobieltje, zowel voor rechtstreeks telefonisch contact als voor andere vormen van elektronische communicatie (what's app, sms).

Naar aanleiding van enkele recente (bijna-) incidenten zijn twijfels ontstaan over de bereikbaarheid van de 112 Alarmcentrale via de mobiele telefoon. Naar aanleiding van de media-aandacht hierover, vooral vanuit het Oosten van Nederland en met name in de grensstreken, heeft de kwestie politieke aandacht gekregen en zijn er Kamervragen over gesteld. Tevens is hierover in september 2014 een hoorzitting georganiseerd.

Het Ministerie van Economische Zaken, beleidsverantwoordelijk voor telecommunicatie, heeft toegezegd de mobiele bereikbaarheid van het Alarmnummer 112 nader te onderzoeken om daarna te bepalen of en zo ja welke maatregelen nodig zijn. Aldus is TNO gevraagd dit onderzoek uit te voeren, in nauwe samenwerking met het Agentschap Telecom (AT). AT had in 2012 samen met de Inspectie Veiligheid en Justitie al een onderzoek uitgevoerd naar de werking van de 112-keten, wat resulteerde in het rapport "1-1-2 onder de loep". Op basis van dat rapport loopt nu een verbetertraject, met betrokkenheid van diverse stakeholders in die keten.

1.2 Vraagstelling aan TNO

TNO is gevraagd te kijken naar de technisch-functionele werking van 112 telefoongesprekken die door een gebruiker van een mobiel toestel worden geïnitieerd en daarbij diverse relevante factoren en effecten mee te nemen die de mobiele bereikbaarheid van 112 negatief beïnvloeden. Bijzondere aandacht daarbij is gevraagd voor effecten in het grensgebied. TNO is verzocht de resultaten van het onderzoek te vertalen naar een helder en toegankelijk geschreven rapport en de mobiele bereikbaarheid van 112 inzichtelijk te maken door middel van een landelijke "112-mobiel dekkingskaart". Deze kaart dient een zo betrouwbaar mogelijke indicatie te geven van de slaagkans van een mobiele 112-mobiel oproep

[4] De officiële schrijfwijze is 1-1-2. Wij hanteren in dit rapport echter de eenvoudiger spelling 112.

op een willekeurige locatie buitenshuis in Nederland. Tot slot is door TNO en AT voorgesteld om ook aandacht te schenken aan suggesties gericht aan de mobiele beller voor situaties waarin 112 (ogenschijnlijk) niet kan worden bereikt. Aldus samen gevat dient het onderzoek drie doelen namelijk verbetering van het inzicht in (1) de werking van 112 over mobiele netwerken[5], (2) de verbindingswaarschijnlijkheid bij mobiele 112-mobiel oproepen buitenshuis binnen Nederland en (3) in het handelingsperspectief van de beller zelf bij eventuele (ogenschijnlijke) problemen in de mobiele bereikbaarheid.

1.3 Aanpak van het onderzoek

Het TNO-onderzoek is uitgevoerd is uitgevoerd in nauwe samenwerking met een aantal partijen:

1. Met AT: Deze nauwe samenwerking versterkte de onderzoekscapaciteit, nodig om tegemoet te kunnen komen aan de maatschappelijke urgentie, en maakte het mogelijk om optimaal gebruik te maken van de expertise en de middelen, vooral ten aanzien van de uitvoering van systematische testen/metingen aan mobiele netwerken. AT heeft ook bijdragen geleverd voor dit rapport, met name de beschrijving van de testopzet, input voor handelingssuggesties en verstrekking van review commentaren.
2. Met mobiele operators KPN, Vodafone en T-Mobile[6]: deze samenwerking was essentieel voor het onderzoek en is ook vruchtbaar geweest. De benaderde operators hebben zich zeer medewerkend opgesteld.
3. Met de toestelfabrikant Samsung: Het toestel speelt een belangrijke rol bij het initiëren van een 112-mobiel oproep. De medewerking van Samsung is gevraagd in verband met de behoefte aan informatie over het gedrag van het toestel, en voor het mede mogelijk maken van de 112 testen vanuit het toestel. De keuze voor deze fabrikant was gemotiveerd door eerdere positieve ervaringen met het gebruik van toestellen van deze leverancier in test/experiment opstellingen bij TNO en AT.
4. *Last but not least* is samengewerkt met de 112 Alarmcentrale te Driebergen die de uitgevoerde 112 testen mede mogelijk hebben gemaakt. Het is voor het eerst in de geschiedenis van 112 dat op deze wijze door middel van het op grote schaal ‘live’ bellen van het alarmnummer 112 over een langere periode de mobiele bereikbaarheid is getest.

Het onderzoek is als volgt uitgevoerd. Allereerst is langs theoretische weg de werking van 112 onderzocht. Dit betrof de inspectie van relevante internationale telecommunicatiestandaarden, het uitvragen van de mobiele operators en van de genoemde toestelfabrikant over belangrijke technische aspecten rond 112. Direct daarna zijn 112 (buitenshuis) oproeptesten bedacht, voorbereid, uitgevoerd en geëvalueerd. De testen zijn voorbereid en uitgevoerd door AT, in Enschede en omgeving alsmede op de Veluwe. De bevindingen van deze, overigens niet uitputtende testen zijn gebruikt ter vergroting van het begrip van de werking van 112 in het onderzoeksteam en voor de ontwikkeling van een eerste versie van de 112-mobiel dekkingskaart. Voor dat laatste zijn de mobiele operators verzocht om hun meest nauwkeurige planning van de radiodekking van hun netwerken

[5] In dit rapport aangeduid met 112-mobiel.
[6] Tele2 was niet betrokken omdat zij geen UMTS en/of GSM netwerken exploiteren. Deze zijn vooralsnog essentieel voor 112 (zie ook hoofdstuk 3).

beschikbaar te stellen voor het onderzoek omdat deze informatie belangrijke input vormde voor de 112-mobiel dekkingskaart.

Noemenswaardige beperkingen in de scope van het onderzoek zijn de focus op één specifiek type mobiele telefoon, de beperking van de outdoor testen tot regio Enschede en de Veluwe, en de uitsluiting van 4G-netwerken (LTE). De twee eerstgenoemde inperkingen waren noodzakelijk teneinde al op redelijk korte termijn met resultaten te komen in antwoord op de behoefte aan meer duidelijkheid. Deze eerste resultaten zoals dit rapport en de eerste versie van de 112-mobiel dekkingskaart zullen naar onze inschatting al een belangrijke verbetering geven van het begrip van 112-mobiel en hoe hier in de praktijk mee om te gaan. De uitsluiting van 4G heeft te maken met het feit dat 112 vooralsnog niet rechtstreeks via deze netwerken kan worden gebeld, althans niet op een wijze gelijkwaardig met 2G en 3G. Deze mogelijkheid wordt pas op zijn vroegst in 2016 geïntroduceerd. Verderop in het rapport wordt dit nader toegelicht.

1.4 Inhoud van dit rapport; leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt uitvoerig ingegaan op de werking van het alarmnummer 112 als dat wordt benaderd vanuit de mobiele telefoon. De technisch-functionele beschrijving is opgesteld zodanig dat deze voor een breed publiek toegankelijk is. Hoofdstuk 3 gaat in op de behoefte aan inzicht de mobiele bereikbaarheid en in het handelingsperspectief van de beller om die bereikbaarheid positief te beïnvloeden. Hoofdstuk 4 bevat de conclusies en geeft aan welke vervolgstappen op afzienbare termijn nog worden voorzien. Het rapport bevat een tweetal bijlagen. Bijlage A bevat nadere informatie over de uitgevoerde 112-steekproeftesten. Bijlage B bevat nadere informatie over de totstandkoming van de proefversie van de 112-mobiel dekkingskaart.

De proefversie van de 112-mobiel dekkingskaart is niet in dit rapport opgenomen. Een operationele kaart zal separaat beschikbaar worden gesteld door AT.

2 De werking van alarmnummer 112 via de mobiele telefoon

2.1 Inleiding: het alarmnummer 112

Het alarmnummer 1-1-2 (112) is een officieel, sinds medio 1991 in Europa gestandaardiseerd telefonienummer dat door een hulpbehoevende of hulp biedende burger kan worden gebeld in geval van nood. Via dit nummer kunnen zo spoedig mogelijk de hulpdiensten worden gewaarschuwd en een acute hulpvraag door worden gegeven. In Nederland is 112 operationeel sinds maart 1997. Daarvoor was 06-11 het landelijke alarmnummer.

Een 112-mobiel oproep komt, afhankelijk hoe deze is gedaan, terecht bij een centralist van ofwel een regionale 112-centrale of de landelijke 112-centrale te Driebergen. In beide gevallen wordt door de centralist de melding opgenomen, gevalideerd en wordt de beller gevraagd welke hulpdienst er nodig is. Vervolgens wordt de melding doorgezet naar de juiste hulpdienst (politie, brandweer, ambulancezorg) in de juiste regionale meldkamer die de opvolging voor hun rekening nemen. Het 112-proces bestaat dus altijd uit twee stappen (van beller naar centralist en van centralist naar meldkamer). Mobiele oproepen, dat wil zeggen oproepen die via een of meerdere mobiele netwerken verlopen, komen zonder uitzondering bij de landelijke 112- Alarmcentrale terecht en niet direct bij een regionale centrale. Met ondersteuning van de benaderde locatiegegevens die met de oproep meekomen kan vanuit de landelijke Centrale met de juiste regio worden doorverbonden..

Het rapport “1-1-2 onder de loep” noemt enkele relevante cijfers over het gebruik van 112 in Nederland. Jaarlijks worden er ongeveer 4,9 miljoen oproepen gedaan, waarvan 1,1 miljoen serieuze hulpvragen betreft. De overige 3,8 miljoen betreft doelbewuste (25%) of abusievelijke oproepen (75%, voornamelijk “broekzakbellers”) waarbij geen hulpvraag aan de orde is. Ca. 93% van de oproepen komen van mobiele bellers. Aldus zijn er jaarlijks ca. 1 miljoen serieuze 112-mobiel oproepen afkomstig van mobiele bellers. Alleen de oproepen waarbij een serieuze hulpvraag aan de orde is worden door de landelijke centrale doorgezet naar een regionale meldkamer, de rest wordt afgevangen.

De beleidsverantwoordelijkheid voor de gehele 112-keten ligt primair bij het Ministerie van Veiligheid en Justitie. Voor de rol van telecommunicatienetwerken in die keten is het Ministerie van Economische Zaken verantwoordelijk. De Nationale Politie, de Veiligheidsregio’s, KPN en diverse andere telecom service providers spelen een belangrijke rol in de uitvoering. Hoewel 112 conceptueel eenvoudig is, is de onderliggende infrastructuur, de organisatie en het beheer dat geenszins.

2.1.1 Er zijn verschillende manieren om 112 te bereiken

Hoewel burgers daar doorgaans niet zo bij stil staan, kan 112 op verschillende manieren worden benaderd met belangrijke onderlinge technisch/functionele verschillen die impact (kunnen) hebben op de ervaring van de gebruiker tijdens het bellen. In de context van dit onderzoek wordt dit niet uitvoerig behandeld maar is het in ieder geval van belang onderscheid te maken tussen:

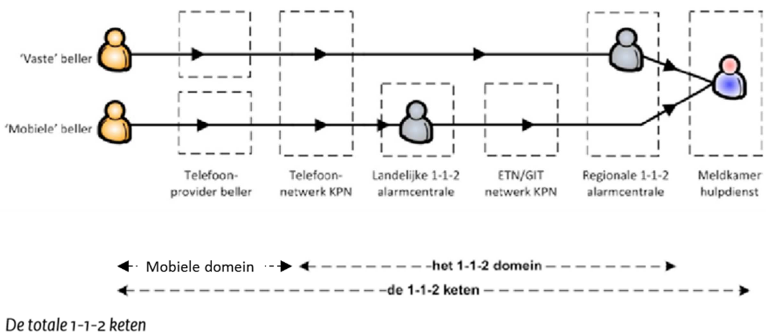
- *dedicated* telefoniediensten via een *vaste aansluiting* in de woning (meestal koper, coax of glasvezel). De gesprekken worden vaak door de provider afgerekend in belminuten, tegenwoordig bieden de meeste providers ook abonnementsvormen waarin tegen een vast bedrag onbeperkt naar vaste en mobiele nummers kan worden gebeld;
- *dedicated* telefoniediensten via een *mobiel netwerk*, met gebruikmaking van een mobiel telefoontoestel (conventionele telefoon of smart phone) en waarbij door de provider de gesprekken worden afgerekend in belminuten[7]. Ook voor deze diensten bestaan abonnementsvormen waarin tegen een vast bedrag onbeperkt kan worden gebeld.

Deze twee typen dedicated telefoniediensten worden afgewikkeld via speciaal daarvoor ingerichte en gereserveerde onderdelen van vaste en mobiele netwerken. Naast deze dedicated telefoniediensten bestaan er ook diverse spraak-toepassingen, zoals Skype, die voor het transport van de gesprekken gebruik maken van het internet. Voor zulke toepassingen heeft een gebruiker meestal bepaalde software of een app nodig die actief is op een computer (PC, laptop) of mobiel device (tablet, smartphone). In plaats van telefoonnummers maken deze diensten meestal gebruik van gebruikersnamen, zoals de Skype naam. Lang niet alle toepassingen ondersteunen 112 en sluiten dit gebruik zelfs vaak expliciet uit in hun gebruiksvoorwaarden.

Het rapport richt zich op het bereiken van 112 over mobiele netwerken.

2.1.2 *Hoe wordt een 112-mobiel oproep afgehandeld?*

Hoewel het 112 proces conceptueel eenvoudig is gehouden, is de onderliggende infrastructuur complex. Slechts eenmaal in dit rapport wordt voor de begripsvorming de gehele 112-keten kort toegelicht.



Figuur 2-1: Afbeelding van de volledige 1-1-2 keten

[7] Aan het gebruik van 112 zijn geen kosten verbonden en een SIM-kaart is niet noodzakelijk.

De totale 112-keten begint bij de beller en eindigt bij een van de regionale meldkamers van de hulpdiensten. Een mobiele beller belt in op een van de mobiele netwerken waarna de oproep, ongeacht welke mobiele provider, wordt door gegeven aan het vaste netwerk van KPN en wordt door gerouteerd naar de landelijke 112-Alarmcentrale. Daar wordt de oproep door een centralist opgenomen die de oproep na validatie en bevraging van de beller vervolgens doorzet naar de gevraagde hulpdienst van de juiste regionale meldkamer, afhankelijk waar de melding vandaan komt. Het traject voor een vaste beller wijkt alleen af in de zin dat de oproep niet bij de landelijke centrale terechtkomt maar direct wordt gerouteerd naar de juiste regionale 112-Alarmcentrale. Daar wordt door een centralist opgenomen die de oproep vervolgens doorzet naar de meldkamer van die regio.

Koppeling van de landelijke 112-Alarmcentrale met de regionale Alarmcentrales en met enkele ondersteunende applicaties wordt verzorgd door KPN.

Binnen de volledige 112-keten is het *112-domein* gedefinieerd vanaf de 112 aansluiting op het vaste netwerk van KPN t/m de regionale alarmcentrale. Het onderhavige onderzoek naar de mobiele bereikbaarheid van 112 richt zich echter op de netwerkverbinding tussen de beller en het vaste KPN-netwerk (wordt in dit rapport aangeduid met het *mobiele domein,* zie ook sectie 2.2).

2.1.3 Welke functies zijn van belang voor een goede werking van 112?

De gezamenlijke inspecties Veiligheid en Justitie en AT hebben in 2012 vastgesteld dat er in de wet- en regelgeving niet veel aandacht wordt besteed aan 112, noch voor wat betreft de infrastructuur, noch voor wat betreft de dienstverlening[8]. Citaat uit dit rapport: “Artikel 7.7 van de Telecommunicatiewet legt aanbieders van openbare telefoniediensten en openbare elektronische communicatienetwerken de verplichting op een ononderbroken toegang tot het alarmnummer te waarborgen. Niet alleen bij congestie, maar in alle gevallen, dus ook bij technische storingen of uitval van elektriciteit. Aanbieders moeten op grond van deze bepaling toereikende noodstroomvoorzieningen aanleggen en zij moeten beschikken over middelen om in gevallen van congestie en technische storingen de installaties en verbindingen operationeel te houden.” Dit artikel bepaalt echter niet dat aanbieders van openbare telefoniediensten deze in het gehele land dienen aan te bieden. Daar waar er een dienst wordt aangeboden hebben ze de verplichting om zonder drempels, kosteloos en ononderbroken toegang tot het alarmnummer te waarborgen. Beide inspecties hebben een aantal functies benoemd die een goede 1-1-2 dienstverlening mogelijk maken. Deze zijn:

a) gegarandeerd contact;
b) verbinding met de juiste 1-1-2 alarmcentrale;
c) signaleren van wachtrijen;
d) handelingsperspectief bij storingen[9];
e) vastleggen van de locatiegegevens van de beller;
f) zo snel mogelijk doorverbinden met de meldkamer van de hulpdienst;
g) garantie op contact met de juiste meldkamer hulpdienst;
h) organisatie-, veiligheids-, besturings- en procesfuncties.

[8] Bron: 1-1-2 Onder de Loep, AT en Inspectie Veiligheid en Justitie, 2013
[9] Dit citaat moet ons inziens wat breder worden geïnterpreteerd. De gebruiker kan problemen ervaren veroorzaakt door systeemstoringen of om andere redenen.

Bij de mobiele bereikbaarheid van 112 zijn primair aan de orde: gegarandeerd contact (a), handelingsperspectief bij storingen (d) en vastleggen van de gegevens van de beller, in casu positie-informatie (e).

Ad a)
Gegarandeerd contact van een mobiele beller met de 112 Alarmcentrale vergt eerst en vooral dat via de mobiele netwerken en het achterliggende vaste netwerk deze communicatieverbinding tot stand kan worden gebracht. Het 'no lost call' principe maakt wat de Inspecties betreft ook deel uit van gegarandeerd contact. Dat betekent dat een 112-gesprek nooit verloren kan gaan, maar altijd terug te halen valt zodat kan worden teruggebeld[10].

Belangrijk om op te merken is dat 'gegarandeerd contact' zeker in het geval van afhankelijkheid van een mobiel netwerk technisch gesproken niet realistisch is, naast het feit dat mobiele operators geen verplichting hebben tot volledig landelijke dekking. Er kan in dit onderzoek dus wel worden vastgesteld hoe het met de (gecombineerde) dekking is gesteld maar daarbij niet refererend naar een plicht tot (volledig) landelijke dekking.

Ad d)
Als een mobiele beller er niet in slaagt om 112 te bereiken, dan is het voor deze persoon niet duidelijk wat hij of zij hier zelf aan kan doen. Dit zogenaamde handelingsperspectief is een belangrijke voorwaarde omdat techniek immers altijd met een zekere faalkans behept is. Aldus is in dit onderzoek gekeken naar dit handelingsperspectief en zijn in dit rapport op initiatief van TNO en AT daar concrete suggesties voor opgenomen. Daarbij is de burger centraal gesteld. Handelingssuggesties voor bijvoorbeeld gemeenten die bij grote evenementen en calamiteiten te maken hebben met 112-gerelateerde problemen zijn in dit rapport niet opgenomen.

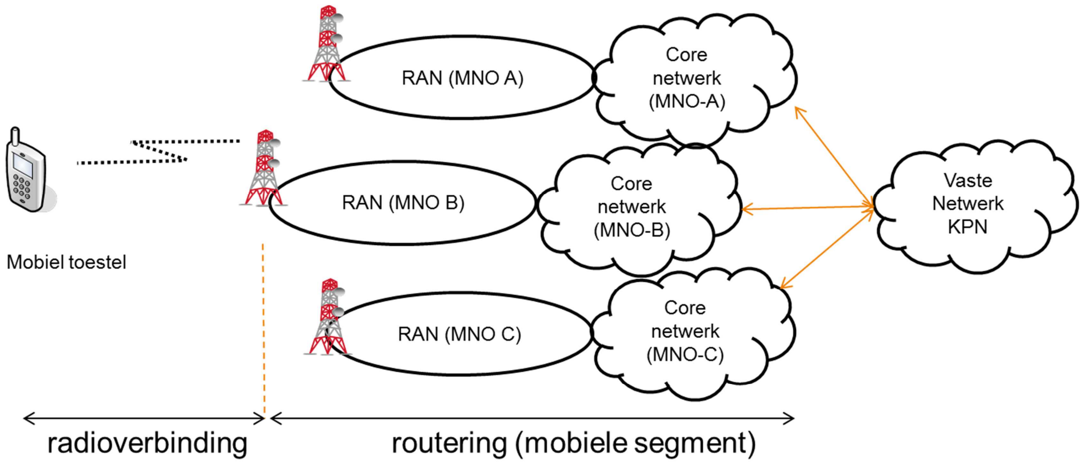
Ad e)
De locatie vanwaar gebeld wordt is de allerbelangrijkste informatie voor de hulpdiensten. Bij het mobiel bellen van 112 bevindt de beller zich in beginsel niet op een bekende vast locatie. Het is dus van belang dat op een of andere wijze een zo nauwkeurig mogelijke positie-indicatie wordt meegeleverd met het gesprek.

De overige functies (b,c, f, g en h) zijn uiteraard evenzeer van belang maar worden hier niet verder besproken. Ze betreffen functionaliteiten die zich verderop in de 112-keten bevinden en waar in 2012 reeds uitvoerig onderzoek op heeft plaats gevonden en de nodige verbetertrajecten in gang zijn gezet.

2.2 Het mobiele domein in de totale 112-keten

In onderstaande figuur is het mobiele domein weergegeven waar dit onderzoek zich op richt.

[10] "No lost call' garantie is in de huidige dienstverlening nog niet mogelijk.



Figuur 2-2: Scope van het Mobiele domein binnen de totale 112-keten

Voor de minder ingewijden volgt hierna een korte toelichting op dit domein. Ten aanzien van de werking van 112-mobiel staat vooral centraal de initiatie en afhandeling van 112-mobiel oproepen in dit deel van de keten, dus vanaf het toestel van de beller dat is uitgerust met een SIM-kaart en die via een radioverbinding is gekoppeld met een mobiel netwerk van de Mobile Network Operator (MNO) die de SIM-kaart heeft uitgegeven[11]. Een mobiel netwerk is vereenvoudigd samengesteld uit een Radio Access Netwerk (RAN) en een Core netwerk. Bij een 112-mobiel oproep wordt vanuit het toestel een verbinding opgebouwd via het RAN en het Core netwerk naar een specifiek toegangspunt (*gateway*) tot het vaste KPN-netwerk. Via dat netwerk wordt de verbinding verder opgebouwd tot de landelijke 112-Alarmcentrale.

Men kan mobiele diensten ook afnemen van een Mobile Virtual Network Operator. Een MVNO koopt op zijn beurt de netwerkdiensten weer in bij een MNO. Dat is voor wat betreft 112 in technisch functioneel opzicht geen wezenlijk verschil.

2.3 Bellen van 112 met een mobiel toestel

2.3.1 Inleiding

Het nummer 112 is een van de alarmnummers die door het internationale standaardisatie orgaan 3GPP wordt onderscheiden. Er bestaan eigenlijk een aantal verkorte nummers, die door de mobiele netwerkoperators worden geactiveerd en die op een mobiel toestel ingetoetst mogen worden voor een noodoproep. Mobiele netwerkoperators slaan die verkorte nummers soms ook op in het geheugen van de SIM card. Een oproep via een van deze nummers verleent een mobiel toestel toegang tot netwerkfuncties die voor normale gesprekken niet kunnen worden aangesproken. 112 is een voorbeeld van een verkort nummer met een dergelijke bijzondere functionaliteit en in Nederland is dit ook het enige officieel geldige noodnummer. Alarmoproepen worden niet in rekening gebracht bij de beller.

[11] In de praktijk zijn ook andere vormen mogelijk (SIM-kaart van MVNO of van buitenlandse provider).

Uitgangspunt van de (mobiele) 112-mobiel oproep is dat het onder zoveel mogelijk omstandigheden met succes gemaakt kan worden. Zo kan een noodoproep gemaakt worden als de mobiele telefoon met een pincode op slot zit. Gebeld kan worden met een verlopen abonnement, *pre-paid* abonnement, pre-paid zonder credits, etc. In Nederland is het ook mogelijk te bellen met een toestel zonder of met een inactieve SIM-kaart. Het komt er op neer dat een ontbrekende of niet meer valide SIM-kaart geen beperking is voor het kunnen bellen van 112. Deze mogelijkheid werkt echter misbruik c.q. oneigenlijk gebruik van 112 in de hand. In Duitsland en in België is om die reden het bellen van 112 zonder SIM-kaart niet toegestaan en worden dergelijke 112-mobiel oproepen herkend en geblokkeerd.

Technisch kan een mobiele 112-mobiel oproep vooralsnog alleen worden afgehandeld via een mobiel netwerk op basis van GSM(2G)- en UMTS (3G)-technologie. De 4G-netwerken zijn gebaseerd op LTE technologie en zijn vooralsnog niet geschikt voor reguliere spraakcommunicatie. Het is daarom niet mogelijk om via een 4G netwerk rechtstreeks naar 112 te bellen. Deze beperking verdwijnt op afzienbare termijn met de komst van Voice-over-LTE (VoLTE).Tot het moment dat 112 via VoLTE kan worden gebeld vangen mobiele operators dit op met een speciale functie waarmee automatisch wordt teruggeschakeld naar hun GSM- of UMTS-netwerk (zogenaamde *Circuit Switched Fall Back*) zodat de beller met een abonnement op 4G geen beperking ondervindt bij het bellen van 112. In de praktijk zijn er echter bepaalde effecten waar rekening mee moet worden gehouden. Vandaar dat we er in dit rapport aandacht aan schenken.

We zullen hierna nader ingaan op de afhandeling van een mobiele 112-mobiel oproep voor beide gevallen, namelijk met actieve SIM kaart en met ontbrekende of inactieve SIM kaart. Dat is bij de afhandeling van 112-mobiel oproepen door mobiel netwerken een belangrijk onderscheid.

2.3.2 Case 1: Afhandeling oproepen vanuit mobiel toestel met geldige SIM

Een mobiel toestel met een geldige SIM (abonnement of pre-paid) is geassocieerd met een netwerk, dat we hier aanduiden met het thuisnetwerk. Dit is het netwerk van de operator waarbij de beller het abonnement heeft of waarvan de beller een pre-paid kaart heeft betrokken. Is de SIM-kaart uitgegeven door een MVNO dan is het toestel, via de MVNO, geassocieerd met het netwerk waar de MVNO zijn netwerkdiensten afneemt. Na aanschakelen van het mobiele toestel meldt deze zich aan op het thuis-netwerk en blijft het in de passieve stand (“idle mode”) tot de gebruiker actief wordt en gaat bellen of een applicatie opstart wat datacommunicatie op gang brengt.

Zodra een 112-gesprek wordt opgezet door de gebruiker, zal het thuisnetwerk de mobiele telefoon automatisch doorverwijzen naar een door de eigen provider ondersteunde netwerktechnologie dat een spraaksessie kan verwerken. Dit kan een GSM- of een UMTS-netwerk zijn. De grote mobiele operators in Nederland beschikken over deze netwerken en zijn hierin dus niet beperkt. Zij hebben een default netwerktechnologie om op terug te vallen voor spraakdiensten. De terugvalopties zijn niet voor alle operators identiek geconfigureerd maar meestal wordt de hiërarchie LTE>UMTS>GSM aangehouden.

In geval van een 112-gesprek zal een mobiel toestel met een 4G mogelijkheid dus terugvallen op de default netwerktechnologie, zoals ingesteld door de

netwerkoperator. Tussen het moment van bellen door de gebruiker (1-1-2 intoetsen) tot het voor de gebruiker hoorbare ‘overgaan’ van de oproep wordt het toestel door het netwerk gevoed met informatie omtrent de mobiele netwerkomgeving waarin het toestel zich op dat moment bevindt (onder andere een lijst van geschikte opstelpunten om verbinding mee te maken, beschikbare netwerken, etc). Dit gebeurt overigens ook als een gewoon gesprek wordt opgezet en is dus niet exclusief voor 112. Het mobiel geeft met de 112-mobiel oproep wel te kennen aan het netwerk dat het een noodoproep doet. Het netwerk ontvangt in die situatie de melding: ‘Emergency Call’. Daardoor weet het netwerk direct dat de betreffende oproep een speciale status moet worden gegeven met betrekking tot de afhandeling ervan. Een 112-mobiel oproep wordt in mobiele communicatienetwerken beschouwd als een dienst met specifieke privileges die te allen tijde moet worden ondersteund als die zich aandient. De twee belangrijkste privileges zijn:

1. voorrang in een cel in geval van congestie zodat het risico wordt vermeden dat bij een te groot verkeersaanbod (congestie, wat bijvoorbeeld kan optreden bij een calamiteit), de 112-mobiel oproep niet doorkomt;

2. het kunnen ‘campen’ op cellen van andere netwerken indien het thuisnetwerk of een ander geoorloofd netwerk[12] niet (meer) wordt ontvangen. Dit privilege wordt aangeduid met de termen: ‘allowed to camp on any cell’ en ‘camping on acceptable cells for limited service’. In de praktijk betekent dit dus dat een mobiel toestel voor wat betreft 112 niet strikt gebonden is aan het thuisnetwerk of aan een ander geoorloofd netwerk; het mag naar elke cel van elke willekeurige mobiele operator overgaan om het 112-gesprek tot stand te brengen als het via het thuisnetwerk of via een ander geoorloofd netwerk niet lukt, d.w.z. dat het geen geschikte cel van een geoorloofd netwerk vindt waar het op kan ‘campen’. Dit kan bijvoorbeeld omdat een beller op die specifieke locatie buiten bereik is. Deze vorm van overschakeling wordt ‘emergency camping’ genoemd. Wel is van belang om op te merken dat men in die ‘limited service’ mode verder geen enkele andere vorm van dienstverlening kan benutten (bijv. de mogelijkheid te worden teruggebeld, nummerdoorgifte, locatiedoorgifte).

Bevindt een toestel zich dus buiten de radiodekking van een geoorloofd netwerk , dan parkeert het zich op een geschikte cel van een ander netwerk (andere provider) met voldoende radiodekking (‘acceptable cell’), indien deze kan worden gevonden. Dit gebeurt al zonder de aanleiding van een 112-mobiel oproep van de gebruiker van het toestel, in zogenaamde idle mode. Het toestel geeft dan richting de gebruiker aan dat het eigen netwerk geen dekking biedt en dat alleen het alarmnummer kan worden gebeld. Het toestel mag op een cel van een ander netwerk parkeren onder de conditie dat het enkel noodoproepen kan doen (‘limited service mode’). Dus bij geen dekking door een geoorloofd netwerk is het toestel al wel voorgesorteerd om direct noodoproepen te kunnen doen via een netwerk van een andere operator. Mocht het niet direct een geschikte cel (‘acceptable cell’) vinden, dan gaat het toestel alle beschikbare frequenties af tot het een geschikte cel vindt. De kans dat het toestel een volledig scan moet doen is in Nederland, waar de operators in het algemeen een goede radiodekking hebben, vrij klein. Het is

[12] Daarmee wordt bedoeld het thuisnetwerk (normaliter in Nederland) danwel een netwerk waarmee de eigen operator een international roaming overeenkomst heeft (buitenland).

uiteraard denkbaar dat de condities qua dekking ter plaatse dermate ongunstig zijn dat geen enkele geschikte cel wordt gevonden. Dit aspect is ook voor de gebruiker het meest essentiële verschil met een oproep via een vast netwerk. Er is een risico dat in specifieke situaties plaatselijk en/of tijdelijk de dekking geboden door de gezamenlijke netwerken toch niet toereikend is.

2.3.3 *Case 2: Afhandeling oproepen vanuit mobiel toestel met inactieve/ontbrekende SIM*

Deze situatie is bijzonder, omdat nu het mobiel mag verblijven op elke cel van ieder netwerk. Het mag dan ook in die situatie uitsluitend 112-mobiel oproepen doen (‘limited service mode’). Het netwerk waar het toestel zichzelf heeft geparkeerd weet ook niet van de aanwezigheid van het toestel, totdat het een 112-mobiel oproep doet. Dan zal het zich identificeren met zijn IMEI-nummer en wordt de oproep in behandeling genomen en doorgezet.

Zoals ook uit onze testen is gebleken, is de verbindingsopbouwtijd van deze 112-mobiel oproepen korter in vergelijking tot oproepen afkomstig van toestellen met actieve SIM-kaart vanwege het feit de protocolafhandeling bij SIM-loze 112-mobiel oproepen eenvoudiger is (bijv. geen authenticatie). Er staat tegenover dat er geen terugbelmogelijkheid voor de Alarmcentrale is omdat het nummer niet beschikbaar is en dus niet kan worden meegegeven.

Zodra een mobiele telefoon wordt verbonden met de meldkamer, wordt de identiteit en de locatie van de oproeper meegestuurd. De identiteit kan bestaan uit het nummer van de SIM (TMSI) en de identificatie code van het mobiel (IMEI). In geval van een oproep met een mobiele telefoon zonder SIM-kaart is alleen de IMEI bekend. Daarnaast wordt ook een schatting gedaan van de locatie van waar gebeld wordt op basis van de geografische positie van het basisstation waarmee het verbonden is.

2.3.4 *Registratie van positie-informatie*

Een functionaliteit die strikt genomen buiten de scope van dit onderzoek lag, maar wel van belang is te vermelden is dat de Alarmcentrale naast identiteit van het toestel, mobiele nummer (bij geldige SIM) en tijdstip van de oproep, ook langs indirecte weg van de mobiele operator die de afhandeling heeft verricht positie informatie krijgt aangereikt. De standaard oplossing is de verstrekking van de geografische positie van het basisstation die de oproep heeft opgepikt. Die positie duidt immers op het gebied waarbinnen de beller zich bevond (namelijk binnen het verzorgingsgebied van het basisstation. Er is ook een geavanceerder concept in omloop op basis van triangulatie van posities van meerdere omringende basisstations (kruispeiling) om een nauwkeuriger positie van de oproeper te bepalen. Dit wordt mogelijk indien meerdere omliggende basisstations signaalsterkte en/of timing informatie kunnen aanleveren gekoppeld aan de oproep.

2.3.5 *Standaardisatie en implementatie*

De hiervoor beschreven werking van 112 vanuit een mobiel toestel met afhandeling door een mobiel telecommunicatienetwerk is grotendeels gebaseerd op de beschrijving in de internationale standaarden voor deze netwerken (de zogenaamde 3GPP-standaarden). Fabrikanten en operators hebben er alle belang bij dat de in de standaarden opgenomen specificaties zonder omhaal en franje worden geïmplementeerd in de netwerken en mobiele toestellen. Eigen interpretaties van en aanvullingen op de standaarden verhogen voor fabrikanten

en operators het risico op storingen in de afhandeling van alarmoproepen, waar zij aansprakelijk voor kunnen worden gesteld. De mobiele operators betrokken in dit onderzoek hebben alle expliciet bevestigd dat de implementatie van 112-functionaliteit in hun netwerken geheel voldoet aan de vigerende standaarden. Fabrikanten van mobiele toestellen zijn (met uitzondering van Samsung) daar niet over bevraagd. Samsung heeft een gelijkluidende reactie als de operators gegeven en we nemen aan dat andere toestelfabrikanten hier niet in afwijken.

2.4 Mogelijke oorzaken van mislukte en problematische 112-mobiel oproepen

Een noodoproep via 112-mobiel *kan* mislukken, en daar kunnen verschillende oorzaken voor zijn. Gegeven de complexiteit van deze materie kon binnen de voor dit onderzoek beschikbare tijd geen uitputtende analyse worden verricht van mogelijke oorzaken (faalfactoren). Wel kan enig inzicht worden gegeven in belangrijke en ons bekende faalfactoren in het geval van 112-mobiel.

Eerst en vooral is van belang te duiden wat we onder een mislukte oproep moeten verstaan. Men kan daar vanuit het perspectief van de gebruiker naar kijken of strikt technisch. Het gebruikersperspectief staat wat ons betreft centraal maar het is wel van belang onderscheid te maken tussen de perceptie van een mislukte oproep door de gebruiker en een feitelijk technisch mislukte oproep.

2.4.1 Relatie mislukte/problematische oproepen met technische faalfactoren

Een gebruiker zal een oproep als mislukt beschouwen als hij er niet in geslaagd is de 112-Alarmcentrale spoedig aan de lijn te krijgen en duidelijk heeft kunnen maken waar hij zich bevindt, wat er met hem/haar aan de hand is en wat zijn/haar handelingsperspectief is op dat moment in die situatie. Hieronder een overzichtje van zaken die vanuit het perspectief van de gebruiker mis kunnen gaan (van ‘licht’ naar ‘ernstig’) en de bijbehorende mogelijke/waarschijnlijke onderliggende technische oorzaken. Daarna volgt een nadere toelichting.

Tabel 1: Overzicht van mogelijke 112-mobiel oproepsituaties en mogelijke redenen/oorzaken

Wat er volgens de gebruiker niet goed gaat	**Mogelijke/waarschijnlijke technische redenen/oorzaken**
De verbinding met de 112 Alarmcentrale komt wel tot stand, maar het blijkt een niet-Nederlandse centrale te zijn die men aan de lijn krijgt;	• International roaming naar een buitenlandse operator door onvoldoende dekking van de Nederlandse netwerken. Dit is echter een volstrekt valide situatie en geen storing.
De verbinding met de 112 Alarmcentrale komt wel tot stand maar de (wederzijdse) kwaliteit van de spraakverbinding is slecht zodat uitwisseling van informatie gebrekkig of nagenoeg niet plaatsvindt.	• Onvoldoende nuttige signaalsterkte ter plaatse/op dat moment waardoor (wederzijdse) verstaanbaarheid degradeert .
De verbinding met de 112 Alarmcentrale komt uiteindelijk tot stand maar pas na zeer lange tijd (wellicht heeft de beller zelfs al opgegeven)	• Terugval van LTE netwerk naar GSM/UMTS netwerk. • Lange tijdsduur in gevallen waarbij het mobieltje zelf een scan moet doen van frequenties waarop een cel beschikbaar is. • Extra vertraging ten gevolge van international roaming->verbinding met buitenlandse centrale. • Andere nog niet vastgestelde oorzaken.
De verbinding met de 112 Alarmcentrale komt geheel niet tot stand	• Mobieltje functioneert niet of heeft een beperkte ontvangstgevoeligheid. • Onvoldoende nuttige signaalsterkte van één van de netwerken ter plaatse/op dat moment voor desbetreffende mobiel. • Een probleem in de afhandeling van de oproep tussen mobieltje en het netwerk of in de achterliggende netwerkinfrastructuur. • Een door een buitenlandse operator geblokkeerd 112-gesprek (alleen bij niet-actieve SIM).

Hierna volgt een toelichting op de in de tabel genoemde mogelijke redenen of oorzaken van mislukte of problematische oproepen.

2.4.2 *Mogelijke oorzaak: mobieltje functioneert niet*

Hier wordt gedoeld op situaties waarin wordt getracht te bellen met een mobiel toestel dat defecten vertoont. Men zal niet a priori bewust verkiezen om met een defect toestel te bellen, maar in bijzondere stress omstandigheden kan men te maken hebben met situaties die zijn terug te voeren op een defect toestel of met een toestel dat primair niet (meer) reageert op handelingen van de gebruiker:

- Toestel is stuk of beschadigd geraakt als gevolg van een val of beknelling. Dit kan leiden tot interne schade in het toestel, een defect *touch screen* of een defecte aan/uit schakelaar. Ook de antenne(tegenwoordig geïntegreerd met de behuizing) kan zijn beschadigd;
- Accu is leeg of in ondeugdelijke staat;
- Blokkeren van het functioneren van het toestel door een (acuut) software probleem in het toestel.

2.4.3 Mogelijke oorzaak: onvoldoende dekking

Bij een 112-mobiel oproep is succesvolle ontvangst van het oproepsignaal van het toestel door een basisstation in de omgeving primair van belang maar omgekeerd dient de communicatie vanuit dat basisstation richting het toestel ook adequaat te zijn. Voor een succesvolle 112-mobiel oproep zijn zowel de *uplink* (verbinding van mobieltje naar netwerk) als de *downlink* (verbinding van netwerk naar mobieltje) van belang.

We hanteren hierbij het begrip “nuttige” signaalsterkte dat enige toelichting vergt. Alleen de absolute sterkte van het gewenste ontvangen signaal is niet voldoende eenduidig omdat dit moet worden gezien in verhouding tot de sterkte van ongewenste ontvangen signalen. Ongewenste signalen zijn ruis (immer aanwezig) en stoorsignalen[13]. Dus als ruis en stoorsignalen (interferentie) gezamenlijk sterk binnenkomen dan moet het gewenste signaal in absolute zin nog sterker zijn om voldoende nuttige signaalsterkte te bereiken. Een voldoende nuttige signaalsterkte is nodig zodat het signaal door het mobiele toestel succesvol kan worden ontvangen. Wat de minimaal nuttige signaalsterkte is varieert per fabrikaat/type mobiele toestel maar in de standaarden zijn daarvoor minimum eisen opgenomen. De netwerkoperator zorgt er met zijn netwerkplanning voor, op alle locaties waar hij dekking nastreeft, dat de nuttige signaalsterkte aldaar voldoende hoog is (met de nodige marges) om succesvolle communicatie met courante mobiele toestellen mogelijk te maken.

In gebieden met een relatief hoge dichtheid van zendmasten zoals in verstedelijkt gebied en langs snel- en hoofdwegen is vooral voldoende capaciteitsaanbod de hoofddrijfveer van operators en is dekking, althans buitenshuis feitelijk geen issue. In rurale gebieden met een geringe dichtheid van opstelpunten is capaciteitsaanbod niet primair aan de orde en komt het wel aan op dekking. Daar is sprake van een verhoogd risico dat plaatselijk/tijdelijk sprake is van onvoldoende dekking. Belangrijk te vermelden is dat mobiele operators op grond van hun vergunningen geen verplichting hebben tot volledige landelijke dekking (zie ook sectie 2.1). In algemene zin streven de landelijke operators landelijke dekking wel na, maar iedere individuele operator is en blijft gevoelig voor de commerciële relevantie van specifieke locaties, trajecten en gebieden en baseert zijn uitrol daarop.

Het is van belang om wat nader in te gaan op het onderscheid tussen dekking buitenshuis en binnenshuis, waar net al even op werd gehint. Dit aspect is van belang zeker in relatie tot het gebruik van 112 waarbij men (soms letterlijk) gebonden kan zijn aan de plaats waar de acute hulpvraag zich voordoet. Gebouwen (huizen, kantoren, complexen) hebben een aanzienlijk dempend effect op radiosignalen, waardoor de dekking binnen veelal slechter is dan buiten.

[13] Denk hierbij aan natuurlijke thermische ruis, door menselijke activiteiten veroorzaakte ruis, aanwezigheid van specifieke nabij gelegen stoorbronnen, storing vanuit het eigen netwerk.

Grofweg kan worden gesteld dat naarmate het signaal door meerdere ‘lagen’ moet propageren om de mobiele telefoon te bereiken, het dempende effect sterker wordt. Liftschachten en kelders zijn typisch plaatsen waar de dekking ten opzichte van buiten beduidend is verslechterd. Gebouweigenaren kunnen hier overigens iets aan doen door het (laten) nemen van technische maatregelen om de inpandige dekking te verbeteren.

Een vrij technisch maar wel vermeldenswaardig punt betreft het verschil tussen GSM en UMTS als het gaat om interferentie-effecten. In vergelijking tot GSM beweegt bij UMTS de optredende interferentie vanuit het eigen netwerk sterk mee met de verkeersdrukte in het betreffende lokale gebied. Vooral in de verbinding van toestel naar basisstation kan dat ertoe leiden dat de sterkte van het signaal van een individueel toestel ontoereikend is in verband met interferentie van uit naburige cellen. Dit effect (*cell shrinking*) kan tijdelijk/plaatselijk de kans op een succesvolle verbinding negatief beïnvloeden. Operators verdisconteren dit effect overigens in hun radioplanning. In plattelandsgebieden met een relatief gering verkeersaanbod speelt dit effect normaliter überhaupt geen rol maar is de situatie daar wel gevoeliger voor het effect, namelijk wanneer er plaatselijk en geheel onverwachts zeer grote verkeersdrukte ontstaat bijvoorbeeld als gevolg van een grote calamiteit. Dan kan het ontstaan van cell shrinking in het *direct omliggende gebied* niet worden uitgesloten.

Bij draadloze communicatie is de praktijk soms weerbarstiger dan de beste voorspellingen, zoals dat ook opgaat voor de voorspelling van de weergesteldheid. Ten gevolge van het intrinsiek complexe gedrag van radiosignalen, in combinatie met variaties van tal van omgevingsfactoren, kan de verwachte mate van fluctuatie van het gewenste signaal of van storende signalen in de praktijk soms toch nog worden overschreden (tijdelijk en/of plaatselijk). De nuttige signaalsterkte van radiosignalen kan afhankelijk van de lokale omstandigheden behoorlijk fluctueren bij verplaatsing of in de loop van de tijd. In de netwerkplanning wordt met die fluctuatie-effecten al rekening gehouden maar bij een al kritische verbinding kunnen fluctuaties leiden tot problemen in de verbinding, ook als die initieel al was gelegd (wat leidt tot het euvel van een verbroken verbinding). Daarom hechten operators er belang aan om hun planningsmodellen met enige regelmatig valideren aan de hand van metingen. Dit geeft zeker geen garanties maar reduceert het risico dat geen dekking wordt geboden waar dat door de operator wel wordt verwacht.

In Nederland is naar internationale maatstaven de gerealiseerde dekking bijzonder goed, maar wat dus niet uitsluit dat deze in specifieke omstandigheden (plaats en tijd) toch kan leiden tot het niet tot stand komen van een verbinding. Bij 112 wordt de impact van onvoldoende dekking in individuele netwerken in belangrijke mate ondervangen door het eerder beschreven concept van overschakeling (het kunnen overgaan naar een ander netwerk).

2.4.4 *Mogelijke oorzaak: invloed van het toestelontwerp*

Behalve het netwerk hebben de radiotechnische eigenschappen van het mobiele toestel duidelijke invloed op de slaagkans van de verbinding. Aan de zendzijde is van belang de sterkte van het door het mobiele toestel uitgestraalde vermogen. Dat wordt beïnvloed door het vermogen van de zender (dat weer gekoppeld is aan de actuele prestaties van de accu) en door de effectiviteit van de antenne in het toestel. Dat laatste aspect komt iets later verder aan bod. Aan de ontvangstzijde is

de gevoeligheid van de ontvanger van het mobiele toestel van belang, evenals wederom de effectiviteit van de antenne. De actuele toestand van accu is voor ontvangst minder bepalend.

In moderne mobiele toestellen is de radiotechnische functie slechts een van de functies van het toestel. Feitelijk zijn moderne mobiele toestellen ontwikkeld richting draadloze computers met hoge eisen aan performance, applicatie-ondersteuning en bedieningsgemak. De stelling alhier, waarvoor overigens geen onderbouwend bewijs wordt aangeleverd, is dat in vergelijking tot mobiele telefoons uit het verleden in het ontwerp van moderne mobiele toestellen concessies noodzakelijk zijn wat betreft bepaalde radiotechnische eigenschappen. Dit slaat vooral op de antenne. In vroegere toestellen was die extern op het toestel gemonteerd en had die zelfs een behoorlijke lengte. Tegenwoordig is de antenne in de behuizing van de toestellen geïntegreerd. Dat is qua design beduidend fraaier en praktischer, maar reduceert de effectiviteit van de antenne, wat impact kan hebben op de verbinding tussen mobile toestel en het netwerk. Zeker gezien het feit dat een moderne mobiele telefoon in vele verschillende frequentiebanden moet kunnen werken is het antenneontwerp hier cruciaal.

Door de Universiteit van Aalborg zijn in 2013 gevoeligheidsmetingen verricht aan een 23-tal mobiele telefoons die in 2012/2013 op de markt waren in Denemarken[14]. De gepubliceerde resultaten geven een goed inzicht in de verschillen in gevoeligheid tussen verschillende telefoons qua merk en type. De metingen zijn verricht volgens een internationaal erkende methode[15]. Daarbij is de zogenaamde *Total Isotropic Sensivity* bepaald (d.w.z. signaal vanuit verschillende richtingen en met verschillende polarisaties). Hieronder zijn voor de opties GSM900, UMTS900, GSM1800 en UMTS2100, en over alle gemeten toestellen, worst-case, gemiddelde en best case gevoeligheidswaarden genoteerd. De metingen zijn verricht in een opstelling waarbij het toestel met de hand tegen het hoofd[16] wordt aangehouden.

Tabel 2: Resultaten gevoeligheidsmetingen aan mobiele telefoons in meting met fantoom-opstelling.

	Best case (dBm)	Gemiddeld (dBm)	Worst-case (dBm)
GSM900	-98.8	-94,8	-88.0
UMTS900	-100,9	-98,1	-92,3
GSM1800	-104,4	-100,6	-88,3
UMTS2100	-106,0	-103,2	-99,9

Voor de gepresenteerde getallen geldt, hoe lager het getal, hoe hoger de gevoeligheid van het toestel. Belangrijker dan deze absolute waarden zijn de verschillen tussen deze waarden. De tabel laat zien dat bij één technologieoptie het verschil tussen het beste en het slechtste model mobiele telefoon meer dan 10 dB kan bedragen. In een relatief open omgeving kan een verschil in gevoeligheid van 10dB neerkomen op een factor 2,5[17] in maximaal afstandsbereik tussen mobiele

[14] Bron: Mobile Phone Antenna Performance 2013, 28 November 2013, Aalborg University
[15] CTIA: Cellular Telecommunications Industry Organisation
[16] Hierbij wordt een fantoom toegepast dat de elektrische eigenschappen van een echt menselijk weefsel benadert.
[17] Uitsluitend ter illustratie. Berekend voor een exponentiële verzwakkingsfactor van 2.5.

telefoon en basisstation, dus bijvoorbeeld van 3 kilometer terug naar net ruim 1 kilometer.

Een illustratie van de invloed van de antenne is op te maken uit onderstaande tabel. Uit de metingen met de fantoomopstelling zijn zowel het “beste” als het “slechtste” toestel door de onderzoekers gedemonteerd teneinde een meting uit te voeren achter de antenne. Daarmee werd de antenne er dus buiten gehouden en werd rechtstreeks aan de ontvangerelectronica gemeten.

Tabel 3: Voor de twee toestellen die uit de fantoomtesten als beste respectievelijk slechtste naar voren kwamen, een vergelijking in gevoeligheid met en zonder antenne

	“Beste” Toestel		“Slechtste” toestel	
	Met antenne (dBm)	Zonder antenne (dBm)	Met antenne (dBm)	Zonder antenne (dBm)
GSM900	-103,2	-109,7	-105,4	-111.7
UMTS900	-	-	-107,1	-114,2
GSM1800	-104,0	-108,7	-106,2	-110,6
UMTS2100	-	-	-106,0	-113,0

Uit bovenstaande tabel wordt duidelijk dat de antenne een vrij substantiële impact heeft op de gevoeligheid van het toestel.

In gebieden met hoge dichtheden van opstelpunten is de nuttige signaalsterkte voor wat betreft dekking vaak ruimschoots voldoende en is de impact van de radiotechnische prestaties van het toestel voor de gebruiker minder relevant. In rurale gebieden waar het primair op dekking aankomt kan deze factor echter wel gaan meespelen, zeker in tal van praktische scenario’s waarin het mobieltje zich gemakkelijk in radiotechnisch ongunstige omstandigheden kan bevinden.

2.4.5 Invloed van de wijze van gebruik van het toestel op de verbinding

De specifieke positie van het mobiele toestel op het moment van bellen kan een behoorlijke invloed hebben op de kans dat verbinding tot stand komt. Dit is o.a. naar voren gekomen in het eerder aangehaalde Deense onderzoek en onafhankelijk daarvan ook bevestigd met enkele testen verricht door AT op de Veluwe. We halen hier eerst de gepubliceerde cijfers van het Deens onderzoek aan. Daar zijn de toestellen in twee scenario’s gemeten, namelijk niet alleen in de opstelling met een fantoom-hoofd maar ook in een vrije-ruimte situatie. Onderstaande tabel bevat de waarden van het toestel met de beste en met de slechtste prestaties qua gevoeligheid, gemeten met de fantoomopstelling. Tevens zijn daarbij aangegeven de waarden die met dezelfde toestellen zijn gemeten in de vrije ruimte opstelling.

Tabel 4: Voor de twee toestellen die uit de fantoomtesten als beste respectievelijk slechtste naar voren kwamen, een vergelijking in gevoeligheid tussen fantoom opstelling en vrije ruimte opstelling.

	"Beste" Toestel		"Slechtste" toestel	
	Fantoom (dBm)	Vrije ruimte (dBm)	Fantoom (dBm)	Vrije ruimte (dBm)
GSM900	-98,8	-103,2	-88,0	-105,4
UMTS900	-	-	-92,3	-107,1
GSM1800	-97,7	-104	-102,0	-106,2
UMTS2100	-	-	-106,0	-107,5

De tabel illustreert dat de gevoeligheid van het "beste" toestel met 5-7 dB verbetert als het in de vrije ruimte wordt gehouden. Bij het "slechtste" toestel is dat in de lage frequentieband een verbetering van liefst 13,8 tot 17,4 dB. In de twee hogere banden zijn de verschillen bij het "slechtste" toestel substantieel kleiner, maar niet zonder meer verwaarloosbaar. Deze cijfers onderbouwen de eerdere stelling dat het lichaam zelf een flinke invloed heeft.

Door AT zijn na de steekproeftesten (zie hoofdstuk 3) nog enkele aanvullende 112-testen uitgevoerd op de Veluwe waarbij is gekeken wat het effect van de positie van het mobiele toestel was op de slaagkans van 112-mobiel oproepen. Daarvoor was een qua ontvangstcondities kritisch gebied opgezocht omdat in een gebied met uitstekende dekking de test evident minder of überhaupt niet gevoelig is voor verschillen in positie van de mobiele telefoon. Concreet zijn twee posities van mobiele telefoons met elkaar vergeleken namelijk plaatsing op het dashboard van de testauto (1) en opgeborgen in de broekzak van de onderzoeker (2) die zich in de testauto in de bijrijderspositie bevond. De test bevestigde dat in het broekzak-scenario de slaagkans van een 112-mobiel oproep aanzienlijk kan afnemen in vergelijking tot het andere scenario. Deze uitkomsten bevestigen het belang van de positie van de mobiele telefoon (ten opzichte van de beller) op de 112-slaagkans.

In vergelijking tot de 'ideale' situatie waarbij men -hoe onpraktisch ook- buiten en staande het mobieltje met verticaal uitgestrekte arm het mobieltje in de lucht houdt tijdens het bellen zijn er, zeker in tal van mogelijke noodsituaties, scenario's denkbaar met een beduidend ongunstigere positionering van het mobiele toestel ten opzichte van omringende basisstations, zoals bijvoorbeeld:

- gebruik van het toestel in gebouwen voor zover niet voorzien van speciale maatregelen om de indoor dekking overal inpandig op goed niveau te houden (huizen en zeker kelders en souterrains), kantoren en fabrieksgebouwen, parkeergarages, etc, etc.;
- gebruik van het toestel direct achter of tussen gebouwen of andere stevige afschermende structuren. Is de afscherming in die situaties niet rondom, dan ontstaat toch tenminste onderdrukking van signalen in specifieke richtingen, wat het aantal kandidaat basisstations waarmee het toestel verbinding kan maken zal reduceren;
- gebruik van het mobiele toestel in zittende of liggende houding;
- gebruik van het toestel in de auto, vrachtauto, boot of trein, waar de metalen behuizing (ondanks de aanwezigheid van ramen) tot signaalonderdrukking leidt die vrij fors kan oplopen. Denk ook aan incidentscenario's waarbij de auto door

een ongeluk zich onder het maaiveld bevindt. Het meest bekend voorbeeld is van een auto die in een sloot of diepe greppel is beland;
- gebruik van het mobiele toestel in dichte bossen;
- verborgen gebruik van het toestel bijvoorbeeld in een situatie dat men wordt bedreigd en tracht 112 te contacten zonder de aandacht te trekken van de belager. Het onderdrukkende effect van het eigen lichaam zelf is beslist niet verwaarloosbaar.

In hoofdstuk 4 gaan we in op de vraag wat men kan doen in geval van (ogenschijnlijke) problemen met 112-mobiel. Daar zal worden ingehaakt op dergelijke situaties.

2.4.6 *Terugval/overschakeling van LTE naar GSM/UMTS*

Mobiele gebruikers, die beschikken over een 4G abonnement, worden primair met het LTE-netwerk van de betreffende operator verbonden. Dat biedt voor 4G-abonnees een belangrijk voordeel dat on-line/data sessies snel kunnen verlopen, zonder omschakeltijden. Zoals eerder opgemerkt is het nog niet mogelijk om een gewoon telefoongesprek te voeren over LTE en wordt dit via een terugschakeltechniek genaamd *Circuit Switched Fall Back* (CSFB) mogelijk gemaakt. Een nadeel van CSFB is de extra tijd van enkele seconden die nodig is om te wisselen van type netwerk en vervolgens de oproepopdracht uit te voeren. Voor CSFB is tussen mobiel toestel en netwerk uitwisseling van veel informatie noodzakelijk, wat tijd kost. Dat leverde in de beginperiode eerst (en in sommige netwerken nog steeds) enkele seconden extra wachttijd op voordat de beller de telefoon hoort overgaan aan de andere kant. Zeker in het geval van een noodoproep, waar iedere seconde telt is dit ongewenst. De industrie en de netwerkoperators erkennen dit ook als een nadeel voor de gebruikers en er wordt aan gewerkt om dit op te lossen. Een verbetering die in zwang komt is de “Fast Fallback” waarmee de extra tijd voor terugvallen naar UMTS of GSM sterk wordt bekort; de oproep tijd bedraagt nauwelijks meer dan wanneer gebeld wordt zonder CSFB-actie. Men dient de eigen operator te raadplegen in hoeverre CSFB aanleiding geeft tot langere verbindingsopbouwtijden. Niet alle netwerken hebben er in even grote mate mee te maken. Het onderwerp verbindingsopbouwtijd komt in hoofdstuk 3 opnieuw aan bod bij de bespreking van de uitgevoerde testen.

2.4.7 *International roaming*

In de grensgebieden met België respectievelijk Duitsland kan de situatie optreden dat al op Nederlands grondgebied international roaming plaatsvindt naar een netwerk van een buitenlandse provider. De mobiele telefoon is dan buiten bereik van het eigen netwerk en verkiest een alternatief geoorloofd netwerk (dit kan alleen een buitenlands netwerk zijn omdat national roaming niet is toegestaan), op basis van een bepaalde voorkeurslijst. Het is niet zo dat international roaming uitsluitend pas geschiedt voorbij de landsgrenzen. Aan de Nederlandse zijde in het grensgebied kunnen locaties voorkomen waar de dekking door een of meer buitenlandse providers beduidend beter is dan dat van het eigen netwerk. Dat kan een overschakeling triggeren. Gebruikers die international roaming onwenselijk vinden kunnen deze mogelijkheid op hun toestel uitschakelen. We onderscheiden hier ten aanzien van 112 enkele verschillende gevallen. Heeft de gebruiker een toestel met actieve SIM en staat hij international roaming toe, dan zal op een Nederlandse locatie waar een buitenlandse operator een beduidend betere dekking biedt, een 112-mobiel oproep via dat buitenlandse netwerk worden gerouteerd en

uitkomen bij een centrale in het buitenland (België of Duitsland). Dit kan in de afhandeling van de hulpvraag bepaalde consequenties hebben[18], maar deze 112-mobiel oproepen zijn technisch wel gewoon geslaagd. Heeft de gebruiker een actieve SIM maar staat hij international roaming niet toe, dan is de afhandeling van een 112-mobiel oproep als zou het toestel niet met een (actieve) SIM-kaart bellen. In dat laatste geval verlaat het toestel zich wat betreft 112 op emergency camping en is alleen een limited service mode mogelijk. Dan kan het toestel op de betreffende locatie ofwel alsnog campen op een Nederlands netwerk of op een buitenlands netwerk. In het laatste geval wordt de oproep niet naar een Nederlandse centrale maar naar een buitenlandse centrale geleidt, mits deze categorie oproepen daar niet wordt geblokkeerd. In Duitsland en België is dat echter wel het geval[19]. Dit is dan ook een noemenswaardige oorzaak van mislukte oproepen met toestellen zonder actieve SIM. Dus het uitstaan van ‘international roaming’ verhoogt het risico dat in het grensgebied een 112-mobiel oproep mislukt. In de ‘limited service’-mode is overigens geen sprake van doorgifte van het mobiele telefoonnummer noch van positie-informatie.

2.4.8 *De menselijke factor*

Last but not least is er nog de menselijke factor. In het algemeen is men niet gespeend van concrete ervaring met het bellen van 112 met het mobiele toestel. Gegeven dat er technische factoren zijn die aanleiding kunnen geven tot bepaald gedrag van de telefoon (of juist tot het uitblijven van verwacht gedrag), kan de beller in situaties met een (zeer) hoge stressfactor ten onrechte de conclusie trekken dat het niet goed gaat of blijven proberen te bellen. Onder normale omstandigheden zou hij/zij een dergelijke situatie geheel rationeel benaderen en afwegen hoe hiermee om te gaan.

Een specifieke factor die we hier willen benoemen is de tijd nodig voordat na het intoetsen van 1-1-2 uiteindelijk de 112 Alarmcentrale wordt bereikt. Die tijd kan zoals eerder hier toegelicht soms (fors) oplopen richting de 30 seconden of zelfs langer. In een noodsituatie waarin iedere second telt, kan die wachttijd als een eeuwigheid aanvoelen en de beller zal op zeker moment (begrijpelijkerwijs) concluderen dat het niet lukt en dus ophangen. Toch is de kans zeer reëel dat met langer wachten de verbinding gewoon tot stand komt. Voor zover wij weten is er geen absolute norm voor de wachttijd en zijn wachttijden oplopend tot 30 seconden zeer ongewenst. Het scheelt echter als men zich bewust is van het optreden van dergelijke tijden en dus zijn kalmte weet te bewaren.

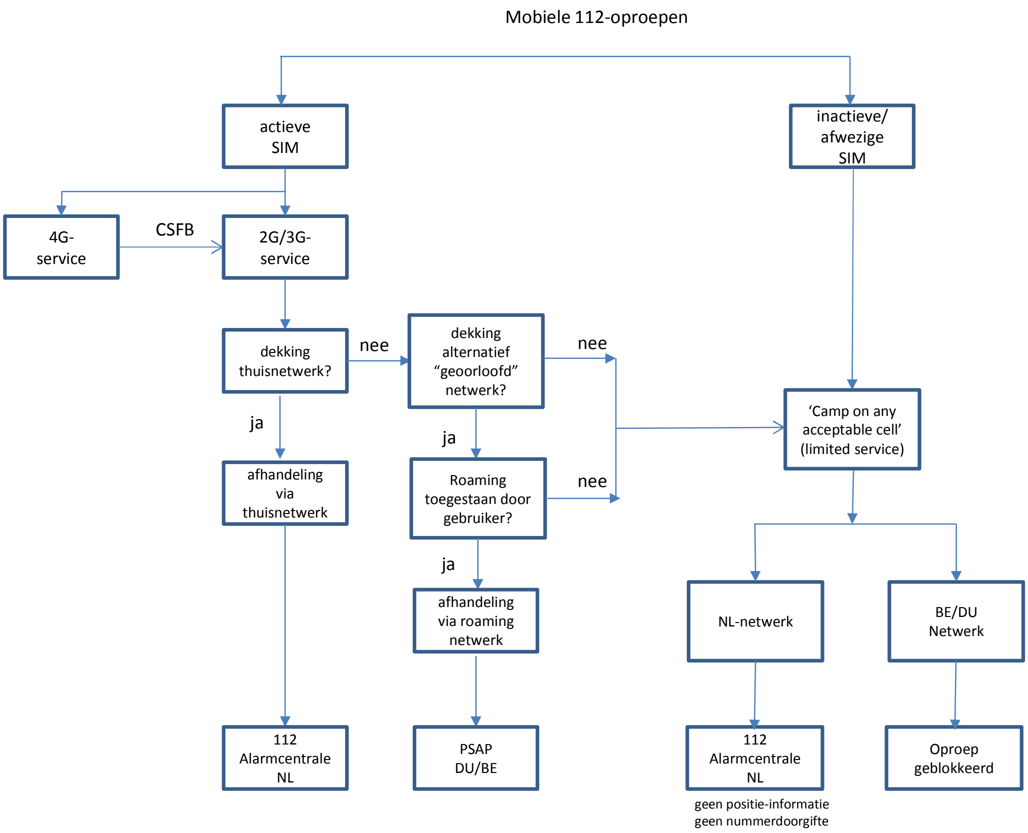
Het minimaliseren van de impact door de menselijke factor is niet triviaal. De meest effectieve remedie lijkt bewustwording, onder alle burgers, van de mogelijkheden (en de beperkingen/risico’s) van 112-mobiel in combinatie met het bieden van handelingsperspectief in concrete situaties.

2.5 Samenvatting

Het alarmnummer 1-1-2 (112) is een officieel, sinds medio 1991 in Europa gestandaardiseerd telefonienummer dat door een hulpbehoevende burger kan worden gebeld in geval van nood. Er zijn tal van mogelijkheden om 112 te bellen, waaronder de mogelijkheid met een mobiel toestel dat verbinding heeft met een

[18] Tussen de meldkamers in de regio zijn daarover afspraken gemaakt.
[19] Bron: www.eena.org

landelijk mobiel communicatienetwerk. In lijn met de scope van dit onderzoek is hier vooral gekeken hoe binnen de totale voor 112 noodzakelijke infrastructuur het bellen van 112 via een mobiele verbinding verloopt en welke issues daarbij kunnen opspelen. Aan een 112-mobiel oproep dat over een mobiel netwerk wordt afgehandeld, zijn enkele specifieke eigenschappen gekoppeld die zijn gericht op het maximaliseren van de slaagkans van een oproep. Een relevant onderscheid daarbij is tussen het bellen van 112 met en zonder SIM-kaart. Een aantal typische situaties zijn opgesomd die door de mobiele 112-beller als problematisch kunnen worden ervaren. Waar van toepassing zijn mogelijke technische oorzaken gegeven (toestel met effect van antenne en lichaam, netwerk met radiodekking en effecten van terugschakeling van LTE naar UMTS/GSM) en is ook de aandacht gevestigd op de menselijke factor. Tot slot zijn hieronder in een vereenvoudigd schema de verschillende situaties weergegeven wat betreft 112-mobiel oproepen.



Figuur 2-3: Vereenvoudigde weergave van mogelijke situaties met 112-mobiel oproepen via een mobiel netwerk. PSAP staat voor *Public Safety Answering Point* en is een internationale aanduiding voor de entiteit (centrale) die de oproep aanneemt.

3 Bevindingen 112-mobiel steekproeftesten

3.1 Doelstellingen

In de week van 30 september tot/met 3 oktober 2014 heeft AT in nauwe samenwerking met TNO en de landelijke 112 Alarmcentrale testen uitgevoerd met de mobiele bereikbaarheid van 112. Daartoe is de regio rond Enschede als testgebied aangewezen en is met een viertal identieke mobiele telefoons (smart phones) op geautomatiseerde wijze het alarmnummer 112 gebeld. De test als onderdeel van de eerste fase van het 112-mobiel onderzoek was zodanig opgezet dat aan meerdere doelstellingen werd voldaan.

Een belangrijk doel was ten eerste om een beter inzicht te krijgen in de werking van 112 en meer in het bijzonder van de afhandeling van 112-mobiel oproepen door de verschillende mobiele netwerken. Een tweede hoofddoel was het vergaren van data waarmee een eerste inschatting kon worden gemaakt van de mobiele bereikbaarheid van het alarmnummer 112 (verbindingswaarschijnlijkheid) in het gekozen testgebied, als opmaat naar de 112-mobiel dekkingskaart.

Een belangrijk principieel punt daarin was validatie van onze tevoren geponeerde hypothese dat in mobiele netwerken algemeen gesteld ontoereikende signaalsterkte condities wellicht niet de enige maar wel de belangrijkste oorzaak zijn voor het niet slagen van 112-mobiel oproepen, en dat er op fysisch technische gronden een relatie bestaat tussen de door het mobiele toestel ontvangen signaalsterkte en de slaagkans van een 112-mobiel oproep. Doel van de testen was om, methodisch onbevooroordeeld (*unbiased*), na te gaan of deze relatie kon worden terug gevonden in de testresultaten. Dit vroeg niet om een focus op tekortkomingen in dekking aldaar maar wel om een zo breed mogelijk spectrum van signaalsterktecondities, uiteraard inclusief gebrekkige condities.

3.2 Testopzet

Met verwijzing naar bijlage A voor aanvullende specifieke informatie over de testopzet, vatten we hier de hoofdpunten van de testopzet samen:

- De a priori keuze voor Enschede en omgeving als testgebied was gebaseerd op het vóórkomen van verschillende gebiedstypen aldaar (stedelijk, platteland, bos). Een tweede argument was de ligging langs de grens met Duitsland. Tijdens de testweek zijn echter nog testen verricht in noordelijke richting (Lattrop en omgeving) en is ook de Veluwe bezocht.

- De opzet van de steekproef testen is zoals hiervoor gesteld <u>niet</u> geweest om in de testen eventuele tekortkomingen in de dekking van mobiele netwerken <u>rechtstreeks</u> vast te stellen. De kwaliteit van de dekking van de gecombineerde netwerken wordt op indirecte wijze afgeleid, gebruikmakend van meetgegevens die tijdens de testen worden verzameld. Van groter belang was dat met de locatie/trajectkeuze een brede range van dekkingscondities werd nagestreefd, en dus ook locaties met gebrekkige dekkingscondities werden aangedaan. De timing van een en ander liet niet meer toe dat daarvoor informatie van de

operators kon worden benut. Inzagen in het Antenneregister hebben geholpen om tenminste enkele gebieden te identificeren met een lage dichtheid van basisstations (zendmasten).

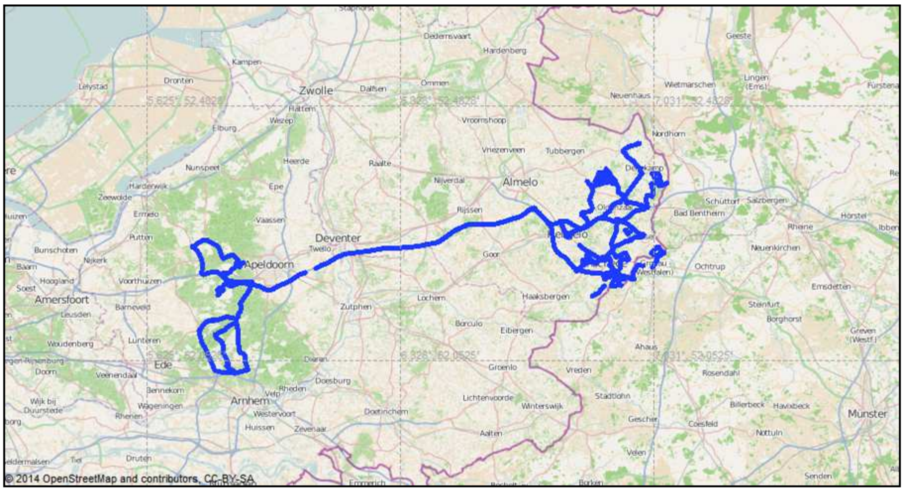
- Binnen het testgebied is overwegend de *slow drive* test procedure gehanteerd, d.w.z. dat met een auto, die specifiek voor dit doel was uitgerust met de vier mobieltjes en benodigde instrumentatie, langzaam is gereden op diverse secundaire en tertiaire wegen, verspreid over het testgebied. Op enkele plaatsen zijn ook stationaire testen uitgevoerd. **Belangrijk op te merken is dat de testopstelling met mobieltjes op het dashboard van de auto niet zonder meer representatief is voor het gebruik van 112 in de praktijk (typische noodsituaties)**. Dat betekent dat de behaalde resultaten van de 112 testen wel illustratief maar nog niet volledig representatief zijn voor de in de praktijk te ervaren slaagkans van 112-mobiel oproepen op de bezochte locaties. Om met een voldoende betrouwbare en robuuste meetopstelling een steekproef van voldoende omvang te bereiken moesten enige concessies worden gedaan ten aanzien van het nabootsen van het individueel oproepen van 112.

- Met de vier test mobieltjes waarvan drie elk waren uitgerust met een SIM-kaart van respectievelijk de operators KPN, Vodafone en T-Mobile, en een mobieltje zonder SIM-kaart, zijn op geautomatiseerde wijze oproepen gedaan naar het alarmnummer 112. Dit hield in dat ca. elke 55 seconden door de vier mobieltjes vrijwel gelijktijdig 112 werd opgebeld. Op alle telefoons is international roaming niet uitgeschakeld.

- Oproepen die de Alarmcentrale in Driebergen bereikten werden daar eveneens geautomatiseerd beantwoord door de 112 alarmcentrale en tegelijkertijd geregistreerd. Deze procedure was speciaal voor dit doel geautoriseerd en door de 112 Alarmcentrale technisch voorbereid. Zo is voorkomen dat de centralisten gestoord zouden worden door het grote aantal testoproepen hetgeen onacceptabel zou zijn geweest. In voorkomend geval dat een testoproep binnenkwam bij een Duitse alarmcentrale/meldkamer werd deze handmatig afgehandeld. Overigens waren zij via de Veiligheidsregio Twente geïnformeerd over de Nederlandse testen met 112.

- Aan de zijde van de mobieltjes werd de volledige afhandeling door het (mobiele) telecommunicatienetwerk geregistreerd om latere analyses te faciliteren. Deze informatie werd gecompleteerd door de registraties van de 112 Alarmcentrale. Daarnaast hebben de mobiele operators zogenaamde *call traces* beschikbaar gesteld voor wat betreft de afhandeling uitsluitend binnen de mobiele netwerken. Tot slot waren er de permanente registraties van de netwerkscanner betreffende signaalsterkteniveaus gemeten op alle relevante frequentiekanalen.

- Er zijn middels deze procedure in die week 4.351 oproepen volledig geregistreerd, over een totale trajectafstand van 511,3 km. Het werkelijke aantal oproepen lag ca. 300 hoger. Dit verschil is een gevolg van verliezen die volledig toe te schrijven waren aan een complicatie in de testconfiguratie voor de aansturing en uitlezing van de mobieltjes (en dus niet door oorzaken in de reguliere afhandeling van oproepen door een mobieltje of door een netwerk).



Figuur 3-1: Afgelegde traject/bezochte locaties tijdens de dry-run (bron:AT)

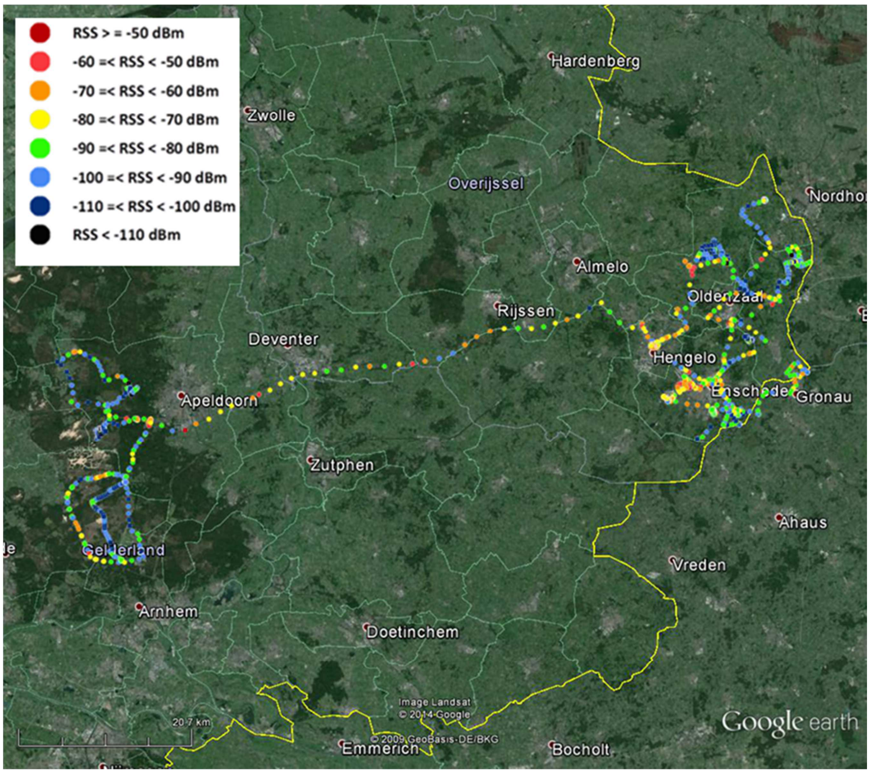


Figuur 3-2: Opstelling van de vier mobiele toestellen in de testauto (bron: AT)

3.3 Ter illustratie: resultaten met het SIM-loze toestel

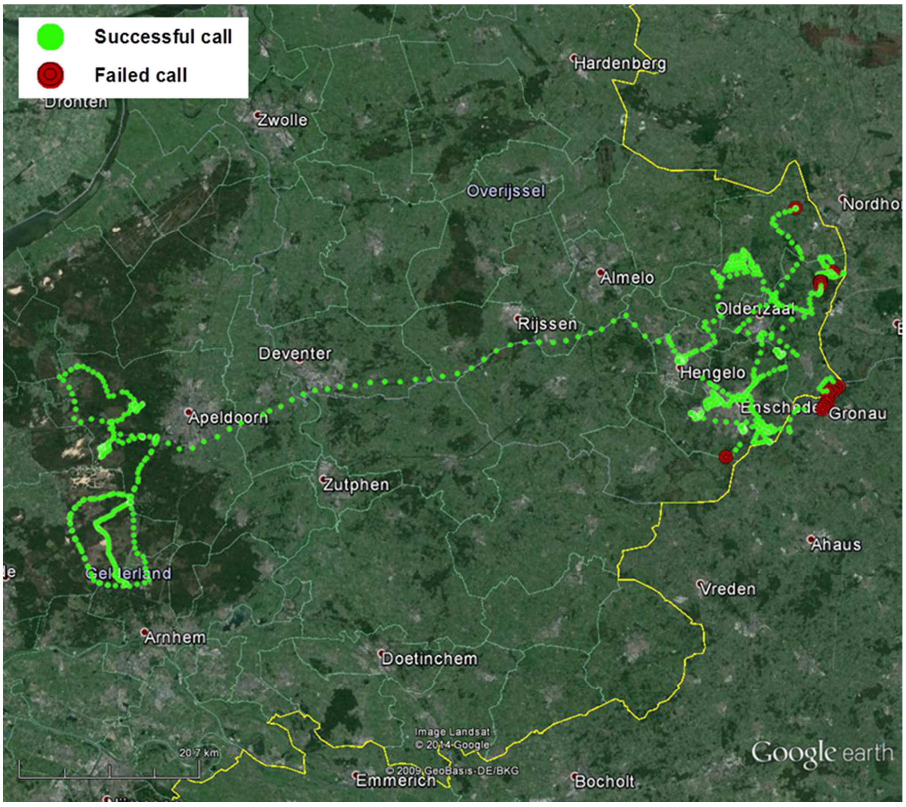
De resultaten per individuele operator kunnen in dit openbare rapport niet worden getoond, maar de hierna *volgende* paragraaf 3.4 biedt wel een integrale, operator neutrale samenvatting en ter illustratie wordt in *deze* paragraaf een aantal resultaten weergegeven die met het SIM-loze toestel zijn verkregen maar die toch wel enige gelijkenis vertonen met de resultaten die zijn verkregen met de toestellen met actieve SIM. Wel wordt opgemerkt dat dit uiteraard niet de gangbare wijze is waarop men 112 mobiel benadert.

Achtereenvolgens worden hierna getoond (1) de door het testmobieltje (zonder SIM) geregistreerde signaalsterktewaarden over het gehele traject, (2) geslaagde en mislukte oproepen over het gehele traject en (3) de geregistreerde verbindingstijd.



Figuur 3-3: Door de testmobiel geregistreerde signaalsterktewaarden (downlink) bij de geslaagde oproepen

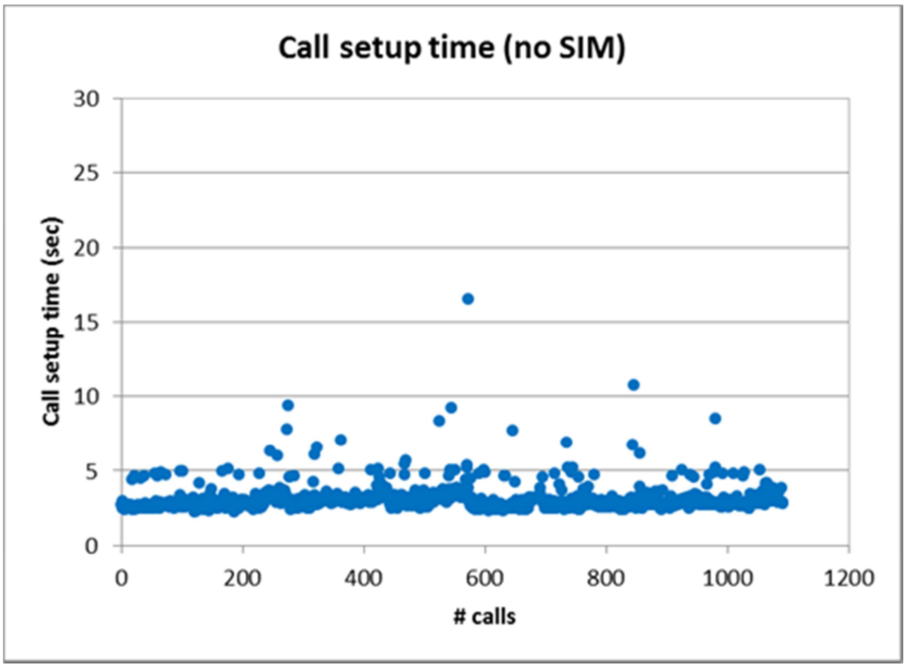
Figuur 3.3 laat een spectrum aan geregistreerde (downlink) signaalsterktes zien bij alle oproepen op de bezochte locaties. De figuur laat ook goed zien dat 112-mobiel oproepen bij zeer lage signaalsterktes nog steeds mogelijk zijn (diepblauwe punten in de figuur).



Figuur 3-4: Geslaagde en mislukte 112-mobiel oproepen

Figuur 3.4 laat goed zien dat de mislukte oproepen allemaal in het grensgebied met Duitsland zijn opgetreden (rode punten in de figuur, vlak aan de grens). In alle gevallen is hier sprake geweest van blokkering van de oproep door Duitse netwerken.

Onderstaande figuur 3.5 geeft de resultaten van de gemeten call set-up tijden. Veruit de meeste tijden lagen rond de 3 seconden. Een aanmerkelijk kleiner aantal ligt rond de 5 seconden en tot slot zijn er ca. 20 registraties van tijden boven de 5 seconden met een uitschieter naar 16 seconden.



Figuur 3-5: Weergave gemeten verbindingstijden

3.4 Algehele resultaten van de steekproef

De resultaten van deze steekproeftesten zijn weliswaar nog niet representatief voor geheel Nederland, maar zijn, mede op basis van onze inzichten over de landelijke situatie wat betreft de mobiele netwerken, in belangrijke mate richtinggevend. Deze bevindingen zijn (SIM-gebaseerd en SIM-loos):

- Van de 4.351 volledig geregistreerde oproepen zijn 63 oproepen niet bij de 112-Alarmcentrale binnen gekomen, in welk geval ze dus als mislukt worden beschouwd. Van de mislukte oproepen waren 24 oproepen afkomstig van het SIM-loze mobieltje. Als we de oproepen met het SIM-loze mobieltje buiten beschouwing laten omdat deze niet representatief zijn voor het praktisch mobiel gebruik van 112, dan resteren 3.259 oproepen waarvan er 39 niet zijn geslaagd. Dat is inclusief oproepen die zijn afgebroken vanwege een verbindingsopbouwtijd van meer dan 30 seconden en ook als “mislukt” zijn genoteerd. Dit aantal mislukte oproepen komt neer op een percentage van 1,2% voor SIM-gebaseerde 112-mobiel oproepen.

- In dit rapport worden geen uitspraken gedaan over mislukte oproepen voor elk van de testmobieltjes met SIM-kaart, maar wel kan worden opgemerkt dat de slaagkans scores per testmobiel (met SIM-kaart) onderling redelijk met elkaar overeenkomen.

- Zoomt men in op de mislukte oproepen van het SIM-loze toestel dan blijkt dat alle mislukte oproepen zich in het grensgebied met Duitsland hebben voorgedaan zoals ook hiervoor geïllustreerd. Nadere inspectie van de registraties heeft uitgewezen dat de mislukking was toe te schrijven aan de blokkering door netwerken aan de Duitse zijde. waar SIM-loze 112-mobiel oproepen niet worden toegestaan. Laat men die belangrijke, maar wel

specifieke factor buiten beschouwing dan blijkt dat een SIM-loze 112-mobiel oproep tijdens deze testen qua slaagkans het beste heeft gepresteerd.

- Een van de doelstellingen van de steekproeftesten was het traceren van een verwacht verband tussen downlink signaalsterkte en de slaagkans van 112-mobiel oproepen. Uit de verrichte testen kon dit verband echter niet worden aangetoond. Mislukte 112-mobiel oproepen zijn geconstateerd bij uiteenlopende signaalsterkte niveaus. We komen in sectie 3.5 specifiek terug op dit punt dat vooral van belang is voor de 112-mobiel dekkingskaart.

- Tijdens de testen zijn uiteenlopende, door de mobieltjes gemeten signaalsterkteniveaus geregistreerd en dus ook lage tot soms incidenteel zeer lage niveaus, althans ver beneden de in het algemeen door operators gehanteerde planningsnormen. Daarbij is gebleken dat zelfs bij zeer lage, door een mobieltje gemeten signaalsterkteniveaus succesvolle 112-mobiel oproepen nog mogelijk zijn[20]. Deze bevinding hangt samen met de vorige en komt in sectie 3.5 ook aan bod.

- Bij 112 is de mogelijkheid tot overschakeling naar andere netwerken van belang, dat in twee varianten optreedt, namelijk reguliere overschakeling naar een buitenlands netwerk (international roaming) in het grensgebied, en emergency camping. Tijdens de testen zijn een aantal observaties gedaan:
  - Over het geheel genomen is tijdens de testen overschakeling naar andere netwerken relatief beperkt opgetreden;
  - In het grensgebied is niet uitsluitend, maar wel voornamelijk international roaming waargenomen, wat ook werd verwacht;
  - In het Veluwegebied is geheel volgens verwachting uitsluitend emergency camping waargenomen, en geen international roaming;
  - Bij het SIM-loze testtoestel waren onverwacht substantiële verschillen geconstateerd in de aantallen keren dat op elk van de netwerken werd gecamped.. Dit is zeer waarschijnlijk terug te voeren op geheugenwerking die in de mobiele toestellen optreedt. Als het SIM-loze toestel op zeker moment succes heeft met een 112-mobiel oproep via een netwerk van operator A, dan zal hij bij iedere volgende testoproep daar initieel weer mee gestart worden, Dat kan er toe leiden dat de andere operators überhaupt niet meer aan bod komen omdat opnieuw succesvol een beroep is gedaan op het netwerk van operator A. Dit vergt dan ook een aanpassing in de testopzet bij toekomstige testen;
  - In die gevallen met oproepen vanuit een testmobiel met SIM-kaart waarbij emergency camping optrad gaven de resultaten de indruk dat er ten aanzien van emergency camping preferenties bestonden, een effect dat niet werd verwacht. Hierover zijn de operators bevraagd met als conclusie dat hier geen sprake is van een bewuste policy. De voorkeuren zijn dan alleen te verklaren uit radiotechnische condities (en hoe het celselectiealgoritme daar mee omgaat) en het effect van geheugenwerking in het selectieprotocol dat wordt gevolgd door de testmobielen en de netwerken (zie ook volgende opmerking). In vervolgtesten met een testopstelling waarin het maskerende effect van de geheugenwerking op een of andere wijze is terug gedrongen

[20] Hierbij moet worden opgemerkt dat de nauwkeurigheid van de registratie door de mobiele telefoon teruggaat bij zeer lage signaalsterktes. Rekening moet worden gehouden met een meetfout van 5 dB of zelfs meer.

zou het emergency camping gedrag nog eens moeten worden bekeken omdat dit inzicht van belang is voor het bereiken van een grotere nauwkeurigheid in voorspellingen van de 112-slaagkans (de 112-mobiel dekkingskaart). Ook het overschakelaspect komt nog terug in sectie 3.5.

- De verbindingsopbouwtijd (de tijd nodig om bij de Alarmcentrale het belsignaal over te laten gaan en bij de oproeper de bel toon (‘Alerting signal))) lag bij de oproepen met de toestellen met actieve SIM in de meeste gevallen (ruim) beneden de 10 seconden, maar wel met uitschieters tot zelfs richting de 30 seconden (na 30 seconden is de meting afgebroken en is de oproep als mislukt geregistreerd). Hoewel frequentie en aard van de uitschieters per operator verschillen, lag het percentage uitschieters (=langer dan 10 seconden) rond de 1%. De resultaten met het SIM-loze mobieltje vertoonden vrijwel geen uitschieters en de gemiddelde verbindingsopbouwtijd van de oproepen verricht door dat mobieltje het kortst (praktisch 3 seconden, tegen gemiddelden van 3,8-5.8 seconden voor de mobieltjes met SIM-kaart). Wat wel opvalt is dat de gemiddeld langere verbindingsopbouw tijd optreedt in de netwerken waar Circuit Switched Fall Back (CSFB) wordt toegepast. Dit is een techniek om bij telefoongesprekken vanuit 4G terug te schakelen naar 3G(UMTS) of 2G(GSM). Dit is nodig zolang over 4G nog geen reguliere telefoongesprekken kunnen worden gevoerd. De standaarddeviatie van de gemeten verbindings-opbouwtijden van het SIM-loze mobieltje bedroeg 0,89 seconden, tegen 1.5-1.7 seconden voor oproepen gemaakt met een toestel met SIM. Het CSFB-mechanisme is echter geen afdoende verklaring voor het optreden van uitschieters in verbindingsopbouwtijd. In het verleden zijn door 3GPP issues gerapporteerd met de verbindingsopbouwtijd[21] die te maken hadden met het optreden van instabiliteit in signalering, met name in situaties waar 2G en 3G gecombineerd worden ingezet en in gebieden met fluctuerende dekkings-condities. Het is echter niet gezegd dat dit dan de verklaring zal zijn voor het nu waargenomen fenomeen. Aangezien lange verbindingsopbouwtijden ongewenst zijn in geval van 112, beveelt TNO aan om deze kwestie gericht te onderzoeken i.s.m. de mobiele operators.

Samengevat geven de testen een zeer bruikbare eerste indruk van de werking en de prestaties van 112-mobiel via de verschillende netwerken, verkregen via systematisch uitgevoerde testen. Uit de testen is naar voren gekomen dat 112-mobiel in het bezochte gebied naar behoren heeft gefunctioneerd, gekeken naar het percentage gefaalde 112-mobiel oproepen en gekeken naar verbindingstijden, met dien verstande dat het verschijnsel van (flinke) uitschieters in verbindingstijd niet a priori werd verwacht. De problemen in het bezochte grensgebied waren beperkt gebleven tot het weigeren van 112-mobiel oproepen van het SIM-loze toestel door Duitse operators. Het optreden van de onverwacht lange verbindingsopbouwtijden is een belangrijk aandachtspunt.

3.5 Analyse bevindingen slaagkans, signaalsterkte en overschakeling

De hiervoor beschreven bevindingen inzake slaagkans, geregistreerde signaalsterkten en het overschakelgedrag staan zeker niet los van elkaar. Hier geven we er onze duiding aan waarbij we ook terugkijken naar de hypothese

[21] Bron: 3GPP TR 22.811 : Review of Network Selection Principles, V7.1.0, 2006

waarvoor bewijs werd gezocht. Vervolgens geven we aan wat de consequenties van de bevindingen zijn voor de geambieerde 112-mobiel dekkingskaart.

Zoals in de voorgaande sectie aangegeven zijn er ten aanzien van de slaagkans in relatie tot geregistreerde (downlink) signaalsterkte twee belangrijke bevindingen:

1. Mislukte oproepen die zijn geconstateerd vertonen geen duidelijke relatie met de bij die oproep geregistreerde signaalsterkte. Mislukte oproepen komen niet alleen bij lage signaalsterktes maar net zo goed ook bij (aanzienlijk) hogere signaalsterktes voor. In die gevallen zijn dus kennelijk andere factoren in het spel. We zien ook geen overtuigende concentratie/clustering van mislukte oproepen bij de allerlaagste signaalsterktewaarden. Alle verkregen diagrammen vertonen een min of meer vergelijkbaar beeld.
2. Geslaagde 112-mobiel oproepen komen al voor vanaf zeer lage signaalsterktewaarden.

De ogenschijnlijk eerst voor de hand liggende maar toch onterechte conclusie is dat de downlink signaalsterkte er niet toe lijkt te doen en dus de a priori hypothese over het verband tussen signaalsterkte en slaagkans niet juist blijkt. Dat is echter niet wat hier aan de hand is. Aangezien 112-mobiel oproepen al vanaf zeer lage signaalsterktes mogelijk zijn en we bovendien te maken hebben met de aanwezigheid van meerdere mobiele netwerken is het niet triviaal om locaties te vinden waar *alle* netwerken qua aangeboden signaalsterkte onder het kritische niveau liggen, op grond waarvan een 112-mobiel oproep zal mislukken. Zelfs op de Veluwe waar de dekking van mobiel kwetsbaar mag worden genoemd is wel gezocht (zij het zonder de beschikking over gerichte aanwijzingen van de mobiele operators) maar waren *die* plekken langs empirische weg toen niet gevonden. Wel hebben we daar een aantal gevallen van emergency camping vastgesteld wat er op duidde dat op die locaties, per individueel netwerk bekeken, wel kritische grenzen werden onderschreden op basis waarvan overschakeling noodzakelijk werd. Overigens is daarbij van belang te vermelden dat die kritische ondergrenzen mede worden bepaald door netwerkinstellingen, zo is uit de protocolanalyses naderhand naar voren gekomen. Zolang in de omgeving van de mobiele telefoon tenminste 1 netwerk toereikende signaalsterktecondities (downlink en uplink) biedt, dan is de 112-mobiel oproep succesvol te maken. Wel is het denkbaar dat er een verband bestaat tussen gebrekkige dekkingscondities en uitlopers in verbindingsopbouwtijd. Dit zou nader moeten worden onderzocht.

De bevindingen uit de steekproef roepen de vraag op hoe zinvol de stap is naar een 112-mobiel dekkingskaart. Immers het lijkt onwaarschijnlijk dat de resultaten elders in Nederland en op dezelfde wijze verkregen beduidend slechter zullen zijn dan die welke in de steekproeftesten zijn verkregen. Toch moet wel in ogenschouw worden genomen dat:

- de om efficiency- en betrouwbaarheidsredenen gehanteerde testconfiguratie met de testmobielen op het dashboard geen volledig representatieve situatie is voor 112-mobiel gebruik in de praktijk. Er moet rekening worden gehouden met minder gunstige uitkomsten voor een aantal praktische en voor het publiek meer herkenbare situaties. Het meest extreme voorbeeld zijn inpandige situaties. Daar is echter vanuit het Ministerie over opgemerkt dat die, althans

voor de kaart, niet in scope zijn. Voor outdoor situaties zou dit ons inziens wel serieus moeten worden bekeken;

- ondanks een positief beeld de feitelijke signaalsterktecondities, tijdelijk en plaatselijk, beduidend ongunstig daar tegen kunnen afsteken. In dat opzicht moeten de 112-mobiel steekproeftesten toch vooral als een snapshot worden gezien, wat een bemoedigende eerste indruk geeft, maar zeker nog geen totaalbeeld voor het bezochte gebied. Met de inzet van hoge kwaliteit signaalsterktevoorspellingen die ook voldoende zijn gekalibreerd op de aldaar feitelijk gemeten signaalsterktes moet dat totaalbeeld (voor het betreffende gebied) kunnen worden gegeven. We verwijzen naar hoofdstuk 4 en naar bijlage B voor een uitvoeriger bespreking van de 112-mobiel dekkingskaart.

3.6 Noodzaak voor continuering van 112-mobiel testen

Zoals ook in het hierna volgende hoofdstuk, bij de bespreking van de 112-mobiel dekkingskaart, zal worden bepleit, zijn meer testen nodig voordat algehele conclusies over 112-mobiel in de actuele Nederlandse context kunnen worden getrokken:

1. Ten eerste dient voor een aantal belangrijke praktijkscenario's rond 112 in kaart te worden gebracht met hoeveel extra signaaldemping (tenminste indicatief) rekening moet worden gehouden, gemeten ten opzichte van de testopstelling (op het dashboard van de testauto);
2. Ten tweede dient met dezelfde testconfiguratie ook in andere gebieden in Nederland te worden getest om vast te stellen in hoeverre de resultaten van de testen werkelijk representatief zijn voor geheel Nederland. Daarbij moet ook nog eens opnieuw worden gekeken naar het emergency camping gedrag;
3. Ten derde moeten ook testen worden uitgevoerd met andere typen mobieltjes om vast te stellen of de resultaten verkregen met het testtoestel ook representatief zijn voor meerdere (courante) typen toestellen. Dit hoeven overigens geen testen te velde te zijn; laboratoriumtesten op bijvoorbeeld verschillen in gevoeligheden kunnen hier volstaan. Overigens zijn niet alle merken en typen mobieltjes geschikt (te maken) om op de gebruikte zeer geavanceerde testapparatuur aan te sluiten. Dit levert mogelijke beperkingen op in de onderlinge vergelijkbaarheid en analysemogelijkheden.

Aanvullende testresultaten kunnen rechtstreeks worden aangewend om de nauwkeurigheid van de nagestreefde 112-mobiel dekkingskaart verder te verbeteren.

4 Inzicht in mobiele bereikbaarheid en handelingsperspectief

De mobiele bereikbaarheid van 112 kan niet zonder meer worden gegarandeerd en de slaagkans van een succesvolle oproep zal ook afhangen van waar men zich bevindt. Als het om 112 gaat hebben burgers er baat bij om hier vooraf al zo goed mogelijk inzicht in te hebben zodat men tijdens een onverhoopt incident niet geheel onverwachts wordt geconfronteerd met beperkingen in de mobiele bereikbaarheid. Daarnaast kan men, als een noodsituatie zich concreet voordoet en daarbij problemen ervaart bij het mobiel bellen van 112, veel baat hebben bij suggesties hoe te handelen.

Is men over dit soort zaken niet vooraf geïnformeerd en heeft men zich daar niet in verdiept, dan kan een hulpbehoevende of hulp biedende burger bij een eventuele calamiteit gemakkelijk overmand worden door paniek en is hij/zijn, mede door de benarde omstandigheden, vaak niet meer in staat de goede afwegingen te maken en effectief te handelen, waardoor de hoop op een succesvolle 112-mobiel oproep snel kan vervliegen. Indien dergelijke informatie, mits voldoende betrouwbaar, aan de burger kan worden verstrekt, dan vormt dat een belangrijke bijdrage aan de risicocommunicatie rond het gebruik van 112 bij calamiteiten, in het kader van zelfredzaamheid.

In sectie 4.1 wordt ingegaan op de 112-mobiel dekkingskaart waarmee het inzicht in de mobiele bereikbaarheid wordt verbeterd. In de daaropvolgende sectie 4.2 worden voorzorgsmaatregelen en handelingssuggesties besproken.

4.1 Inzicht in mobiele bereikbaarheid: een 112-mobiel dekkingskaart

4.1.1 Vraag

Er is behoefte aan een kaart die inzicht geeft in de lokale bereikbaarheid van het landelijke alarmnummer 112 via de mobiele telefoon. Dat wil zeggen dat op die kaart voor iedere willekeurige locatie in Nederland een betrouwbare indicatie moet zijn weergegeven van de slaagkans van een 112-mobiel oproep. Dit kan bijvoorbeeld met kleuren worden aangegeven. Waar de kaart groen is, daar is sprake van een (zeer) hoge slaagkans, in rode gebieden is de kans op een geslaagde oproep beduidend kleiner en eventueel wordt met oranje aangegeven waar het minder zeker c.q. onzeker is. Weergave van exacte kansgetallen of percentages zoals die bij neerslagvoorspellingen wel worden gebruikt zijn niet zinvol omdat deze snel een te grote nauwkeurigheid suggereren .

De hier gebezigde term “dekkingskaart” is daarom eigenlijk niet goed gekozen want de kaart moet iets gaan zeggen over *verbindingswaarschijnlijkheid* en dient dus meer te omvatten dan alleen de radiodekking. Immers er kunnen andere technische factoren aan de hand zijn die leiden tot het uiteindelijk mislukken van een oproep.

4.1.2 Complicaties

Aan de geambieerde 112-mobiel dekkingskaart kleven een aantal complicaties en valkuilen die we hier de revue laten passeren:

- Het betrouwbaar kunnen voorspellen van de verbindingswaarschijnlijkheid van een 112-gesprek vergt eigenlijk een gedetailleerd model van de werkelijkheid en die werkelijkheid is hier complex met meerdere typen mobiele communicatienetwerken van verschillende operators, vele soorten toestellen en diverse radiodekkingsomstandigheden. Een gedetailleerd model moet ook met veel (actuele) informatie worden gevoed om tot betrouwbare voorspellingen te komen. Dit is wetenschappelijk en qua kosten een onhaalbare route. Ergo, een alternatieve aanpak is vereist waarin een redelijke benadering van de werkelijkheid wordt gebruikt zonder dat grote concessies worden gedaan aan de betrouwbaarheid.

- De mobiele telecommunicatiemarkt is sterk in beweging en dat zal voorlopig ook niet verminderen. In een periode van slechts enkele maanden kunnen belangrijke veranderingen aan netwerken zijn aangebracht. Het is dus een bijzondere opgave om de kaart in dit opzicht voldoende actueel te houden.

- Hoe betrouwbaar de voorspelling over de neerslagkans ook is op basis van geavanceerde metereologische modellen, de ervaring dat ondanks een opgegeven geringe regenkans voor een gegeven locatie en tijdstip het in werkelijkheid op die plaats en rond dat moment toch gaat regenen, is voor velen een bekende ervaring. Dat is met de 112-mobiel dekkingskaart ook een risico. Als de dekkingskaart voor een bepaalde locatie groen geeft en groen staat voor een zeer hoge slaagkans dan is een mislukte 112-mobiel oproep op die plek, hoezeer die statistisch gesproken te verdedigen zou zijn, een moeilijk te accepteren gebeurtenis. Het optreden van foute voorspellingen in de groene gebieden hebben voor de 112 bellende burger aanzienlijk meer impact dan foute voorspellingen in de oranje of rode gebieden. Daarom moet aan de betrouwbaarheid van de kleur groen noodzakelijkerwijze een zwaardere eis worden gesteld dan aan die van de kleuren oranje en rood.

- Hoewel specifiek onderzoek hierover niet is aangetroffen, moet er rekening mee worden gehouden dat het mobiel bellen van 112 onder allerlei lokale omstandigheden kan plaatsvinden, wat ook grote variaties inhoudt in plaatselijke radiotechnische omstandigheden. Idealiter zou voor iedere ‘use case’ van 112 een bijbehorende kaart moeten worden bepaald. Dat is uiteraard weinig zinvol, maar als alternatief een worst-case situatie kiezen en algemeen geldig te verklaren, en daarop de kaart te baseren is evenmin realistisch. In ieder geval is beperking van de geldigheid van de kaart tot scenario’s buitenshuis aan te bevelen omdat het aantal mogelijke inpandige situaties schier oneindig is.

- De kaart moet zinvol zijn voor meerdere typen netwerken en toestellen Dat houdt in dat rekening moet worden gehouden ten eerste met alle landelijk operationele netwerkconfiguraties (met uitzondering van 4G) en ten tweede met alle in gebruik zijnde typen mobiele toestellen. Nog daargelaten da de kwaliteit van een mobiel toestel ook (flink) kan afnemen met de leeftijd van het toestel en wijze van gebruik door de eigenaar. Wil men langdurig nut hebben van de 112-mobiel dekkingskaart dan zal men deze informatie van tijd tot tijd ook moeten actualiseren en de kaart moeten updaten. Hoewel

over de kaart in enkelvoud wordt gesproken zou voor het verkrijgen van betrouwbare voorspellingen voor individuele personen mogelijk tot op zekere hoogte personalisatie moeten worden overwogen. Dat is hoofdzakelijk een gevolg van verwachte verschillen tussen typen toestellen qua support voor 2G en 3G en qua verschillen in radiotechnische eigenschappen.

In het licht van deze complicaties is gezocht naar een aanpak die ondanks de onderliggende complexiteit relatief eenvoudig en praktisch is, geen schijnzekerheden introduceert, en waarvan het resultaat (en de interpretatie van de kleuren) goed uitlegbaar is en voldoende betrouwbaar is voor een goede eerste indruk. In bijlage B wordt de momenteel voorgestelde methode voor de 112-mobiel dekkingskaart nader toegelicht.

4.1.3 *Hoe is de 112-mobiel dekkingskaart ontwikkeld?*

Hier volgt een beknopte toelichting over de ontwikkeling van de proefversie van de 112-mobiel dekkingskaart. Deze proefversie zal door AT nog extra worden voorzien van nuttig geachte metadata. Een uitvoeriger verantwoording is opgenomen in bijlage B.

a) Er is een relatief eenvoudige methode bedacht om signaalsterke dekkingskaarten van individuele operators en hun netwerken te vertalen naar kaarten die een indicatie geven over de 112 verbindingswaarschijnlijkheid per individueel netwerk (GSM, UMTS) en per operator weergeven, en deze vervolgens te combineren tot 1 generieke landelijke kaart. Deze kaart is niet te herleiden tot afzonderlijke operators. Een tool is ontwikkeld die op deze methode is gebaseerd.
b) Wat betreft het type toestel wordt in eerste instantie uitgegaan van een fictief toestel dat de 2G- en 3G-opties in alle relevante frequentiebanden ondersteunt en een gevoeligheid heeft die is berekend uit de gegevens van de collectie mobiele telefoons uit het Deense onderzoek.
c) Een proefgebied is uitgezocht voor het doen van geautomatiseerde 112-mobiel oproeptesten en radiodekkingsmetingen. Hiervoor is de regio Enschede uitgekozen omdat daar een combinatie kon worden gevonden van verschillende gebiedstypen en tevens grenseffecten konden worden meegenomen[22].
d) De operators is gevraagd hun medewerking te verlenen door de verstrekking, voor dit testgebied, van hun predictiedata aan AT/TNO. Hier komen we later in deze sectie nog op terug;
e) In het proefgebied zijn 112-testen uitgevoerd en is de slaagkans van 112-mobiel oproepen op tal van locaties getoetst. Tevens zijn in datzelfde gebied metingen gedaan om de signaalsterktevoorspellingen van de operators te toetsen c.q. te corrigeren;
f) De ontwikkelde tool is voorlopig ingesteld met een aantal parameterwaarden die deels aan de theorie en deels aan de bevindingen van het proefgebied zijn ontleend.
g) De tool is met de genoemde parameterinstellingen toegepast op de predictiedata van de operators. De juistheid van de resulterende 112-mobiel dekkingskaart is marginaal vergeleken met de reeds verkregen 112

[22] Er zijn tevens nog testen uitgevoerd op de Veluwe om overschakeling tussen de Nederlandse netwerken uit te lokken. In Enschede trad vooral international roaming op.

testresultaten. Dat wil zeggen dat is nagegaan of op die locaties waar mislukte 112-mobiel oproepen waren opgetreden (excl. mislukte oproepen ten gevolge van blokkering) er enige samenhang kon worden geconstateerd met de gecombineerde dekkingscondities aldaar zoals door de tool aangegeven. Deze samenhang leek vrij redelijk op te gaan. Aanvullende validatie is echter van belang om echte conclusies over dit verband te kunnen trekken en om door optimalisatie de nauwkeurigheid van de kaart te vergroten (zie ook paragraaf 4.1.5).

h) De tool zal door AT worden toegepast op het volledige Nederlandse grondgebied, waarmee de eerste versie van de 112-mobiel dekkingskaart wordt verkregen .

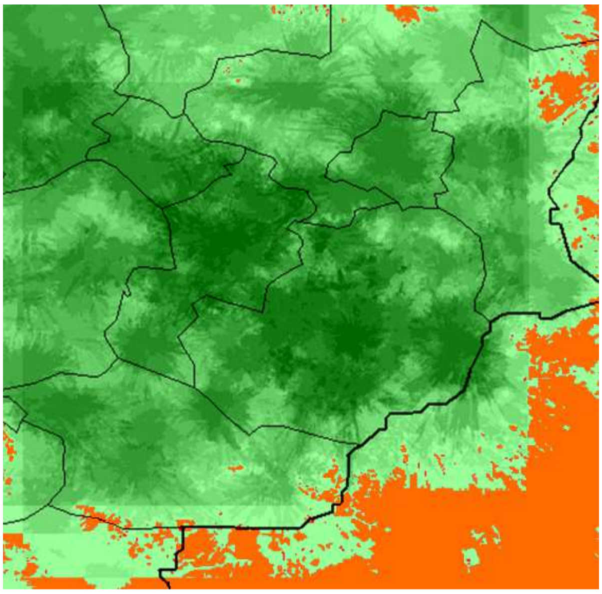
De vervaardiging van een betrouwbare 112-mobiel dekkingskaart is beslist gebaat bij kwalitatief hoogwaardige en betrouwbare dekkingsvoorspellingen. Het primaat daarvoor ligt bij de mobiele operators zelf. Immers gebruiken zij deze data voor hun day-to-day planning. De operators is gevraagd om ten behoeve van de 112-mobiel dekkingskaart hoogwaardige predictiedata aan te leveren als input voor de kaart, d.w.z. data met hoge resolutie en met een zo groot mogelijke predictienauwkeurigheid.

Er is voor gekozen alleen naar harmonisatie te streven ten aanzien van de predictievariabele (mediane waarde van de downlink signaalsterkte op basis van best server) en het digitale formaat c.q. de structuur waarin de data beschikbaar wordt gesteld. Er is niet gekozen voor een streven naar harmonisatie van de onderliggende propagatiemodellen. Dat is een volledig operator interne aangelegenheid die eenvoudigweg ook niet valt te harmoniseren. Het gaat uiteindelijk om de definitie-eenduidigheid en de kwaliteit (=betrouwbaarheid) van de output, en van minder belang is hoe die precies tot stand komt (black box benadering). Wat betreft raster en resolutie is wel maar tot op zekere hoogte naar harmonisatie gestreefd (zie bijlage B).

De mobiele operators hebben zich bereid verklaard om deze bedrijfsvertrouwelijke informatie voor dit specifieke doel te verstrekken. Voorwaarde is dat recht wordt gedaan aan die vertrouwelijkheid en dat goed wordt nagedacht over de noodzakelijk voor updates en over een efficiënte en veilige data-overdrachtsprocedure. Daarover zijn juridisch bindende afspraken gemaakt tussen AT (*trusted third party*) en de operators.

4.1.4 *Voorbeeld 112-mobiel dekkingskaart*

Hieronder is een voorbeeld gegeven van de 112-mobiel dekkingskaart in basisvorm zoals geproduceerd met de ontwikkelde tool. De kleurstelling in dit voorbeeld is wel berekend (geen *artist impression*) maar heeft geen enkele formele status. De kleur groen representeert een zeer hoge slaagkans van een 112-mobiel oproep. De verschillende tinten groen zijn gradaties daarin en associëren met het aantal netwerken die op een willekeurige positie kunnen worden ontvangen. Een operationele versie van de kaart inclusief relevante metadata zal door AT verder worden ontwikkeld en beschikbaar gesteld.



Figuur 4-1 Voorbeeld van de 112-mobiel dekkingskaart (basisvorm). Groen: hoge slaagkans. Oranje: Verminderd hoge slaagkans. Het gebied in Duitsland is oranje hoofdzakelijk omdat geen predictiedata van Duitse operators beschikbaar is die kan worden meegenomen.

4.1.5 Hoe verder?

Operationeel gebruik van de 112-mobiel dekkingskaart al in deze eerste fase van het onderzoek is niet aan te bevelen omdat deze versie qua onderliggende modellering nog niet volwassen is en dus niet voldoende accuraat. Verdere validatie en verbetering van de huidige kaart achten we tenminste van belang in de volgende fase van het 112-mobiel onderzoek. Dan zouden ook andere toestellen in beschouwing moeten worden genomen. Bij een eenmalige productie van de kaart moet er rekening mee worden gehouden dat de kaart door de ontwikkelingen snel zal verouderen wat snel zal resulteren in misinformatie. Een periodieke update is dus aan te raden indien de 112-mobiel dekkingskaart ook in de toekomst van belang blijft. Daarvoor zou een proces in het leven moeten worden geroepen om op efficiënte wijze tot de updates te komen, waarbij zorgvuldig en discreet wordt omgesprongen met de predictie-informatie die door de operators voor dit specifieke doel wordt verstrekt.

4.2 Inzicht in voorzorgsmaatregelen en handelingssuggesties

TNO en AT hebben gemeend er goed aan te doen om enkele voorzorgs-maatregelen voor te stellen en met suggesties te komen voor de beller die moeilijkheden voorziet of ervaart tijdens het mobiel bellen van 112. Het bellen van 112 is als het goed is op zijn hoogst een zeer incidentele gebeurtenis. Mensen kunnen dus niet leren uit eerdere keren waarbij werd gebeld en hun verwachtingen daarop bijstellen.

4.2.1 Voorzorgsmaatregelen

- Men zorgt voor een correct werkende mobiele telefoon, met voldoende opgeladen accu. Een moderne telefoon is wat betreft 112 niet nodig;

- Men belt bij voorkeur vanuit een plek en in een houding waarbij de mobiele telefoon in het display aangeeft dat er voldoende dekking is, bij voorkeur buiten. Dat is zeker in (acute) noodsituaties veelal niet a priori te voorzien;
- Indien het belangrijk wordt gevonden om te alle tijden binnenshuis 112-mobiel te kunnen bereiken, onafhankelijk van de beschikking over een vaste aansluiting, dan kan gebruik worden gemaakt van oplossingen die verschillende providers hiervoor bieden. Bijvoorbeeld een zogenaamde femto cell die kan worden aangesloten op de eigen vaste internetaansluiting in huis of zogenaamde signaalrepeaters die het signaal van buiten de woning naar binnen brengen en omgekeerd. Hierbij moet erop worden gelet dat dit met goedgekeurde apparatuur gebeurt die door een van de providers wordt aangeboden. Verkeerd geïnstalleerde apparatuur kan het probleem van mobiele bereikbaarheid juist ook voor anderen in de omgeving, verergeren.
- Men kan overwegen een mobiele telefoon die niet meer actief wordt gebruikt en die geen actieve SIM meer bevat paraat te houden op een vast gekozen en gemakkelijk toegankelijke plek in de woning, als extra voorziening in geval van nood. Het is van belang dat de accu van deze telefoon voldoende geladen blijft.

4.2.2 *Handelingssuggesties*

In onderstaande tabel zijn voor verschillende praktijksituaties suggesties gegeven hoe als beller te handelen, waarbij is aangenomen dat het mobieltje in goede staat is, is uitgerust met een actieve SIM-kaart en met een voldoende opgeladen accu werkt. Steeds wordt een situatie benoemd en daarna de suggesties beschreven. We pretenderen hiermee niet compleet te zijn maar met de tabel wordt een goede eerste poging gedaan. Per situatie zijn soms meerdere suggesties mogelijk. Deze zijn in de meest logische volgorde weergegeven, maar in concrete situaties zal men naar eigen inzicht en op basis van de concrete omstandigheden moeten handelen. Belangrijk is om te vermelden dat de opgesomde situaties denkbaar zijn zonder daarbij de indruk te wekken dat ze in de praktijk ook (met enige regelmaat) zullen optreden.

Tabel 5: Tabel met suggesties hoe door de 112-mobiel beller te handelen in verschillende situaties

Situatie	**Mobiele telefoon geeft op display slechte dekking aan**
Suggesties	De beller probeert in eerste instantie de aangegeven dekkingsindicatie op het toestel te verbeteren door zijn houding te veranderen en de wijze waarop het toestel wordt vast gehouden. Als de beller een oorsetje heeft dan kan hij bijvoorbeeld tijdens het bellen het toestel van zich vandaan houden wat de radiocondities kan verbeteren.
	Als verandering van houding geen soelaas biedt, probeert de beller zich te verplaatsen naar een plek waar de dekkings-indicatie verbetert. Als het even kan, zoekt de beller die plek buiten en ook voldoende verwijderd (enkele tientallen meters) van een gebouw of ander obstakel.
	Als de situatie dit niet toelaat of de plek met een betere dekking niet snel wordt gevonden, dan kan de beller toch een 112-mobiel oproep uitsturen ondanks de indicatie op het toestel . Dit geeft namelijk geen enkel uitsluitsel over de slaagkans van een 112-mobiel oproep.

Situatie	**112 is ingetoetst maar de mobiele telefoon gaat niet over**
Suggesties	De beller oefent enig geduld uit en houdt het scherm in de gaten. Vaak gebeurt er onder water van alles en komt de beltoon later alsnog door.

	Als er na 20 seconden nog geen beltoon is vernomen doet de beller een nieuwe poging, Als de situatie zich herhaalt, schakelt de beller het mobiele toestel geheel uit en aan maar voert zijn PIN-code niet in maar belt direct 112. Als het toestel van de beller niet met een PIN is beveiligd (instelbaar), dan moet de beller in dat geval overwegen de SIM-kaart uit het toestel te verwijderen en het opnieuw te proberen. Hiermee forceert de beller in het toestel een andere procedure en wordt wellicht de oorzaak van het probleem omzeild. In het laatste geval zijn het nummer en de positie van de beller niet bekend bij de 112-Alarmcentrale (geen terugbelmogelijkheid)
Situatie	**112 is ingetoetst; mobiele telefoon gaat over maar 'er wordt niet opgenomen'**
Suggesties	Dat zou duiden op een (niet waarschijnlijke) stagnatie bij de landelijke 112-Alarmcentrale[23]. Als dit langer dan 10 seconden duurt, dan legt de beller neer en probeert het na pauze van een halve minuut opnieuw. De kans is namelijk groot dat de eerste oproep wel is geregistreerd in de 112-Alarmcentrale met de gegevens van de beller en dat hij wordt teruggebeld.
Situatie	**112 is gebeld; 112-Alarmcentrale aan de lijn maar is slecht verstaanbaar**
Suggestie	De signaalsterkte condities zijn dan mogelijk niet goed genoeg voor een goede (wederzijdse) audioverbinding. De beller probeert zich te verplaatsen en kijkt of de audio verbetert. Als dat niet geschiedt hangt de beller op en wacht enige tijd (halve minuut) in verband met een te verwachten terugbelactie vanuit de Centrale. Daarna probeert de beller het eventueel opnieuw. Een nieuwe door de beller of door de 112-Alarmcentrale opgezette verbinding kan beduidend verbeterd zijn in kwaliteit. In alle gevallen is de beller geregistreerd en is er gerede kans (geen zekerheid) dat men ook globaal de positie van de beller kent.
Situatie	**De verbinding met de 112-Alarmcentrale komt wel tot stand, maar het blijkt een niet-Nederlandse centrale te zijn die men aan de lijn krijgt**
Suggestie	Dit is geen mislukte 112-mobiel oproep. De beller heeft kennelijk gebeld vanuit het grensgebied met Duitsland of met België. De buitenlandse autoriteiten zullen de oproep opvolgen en de beller doorverbinden met een Nederlandse Alarmcentrale.

[23] De landelijke 112-Alarmcentrale zegt daarover dat met 120 inkomende lijnen stagnatie alleen aan de orde is bij grote calamiteiten. Onder normale omstandigheden wordt congestie uiterst onwaarschijnlijk geacht.

5 Resultaten, voorlopige conclusies en aanbevelingen

TNO is gevraagd om in samenwerking met AT een onderzoek uit te voeren gericht op een tweetal doelen, namelijk verbetering van het inzicht in (1) de werking van 112-mobiel en (2) de verbindingswaarschijnlijkheid bij 112-mobiel oproepen binnen Nederland. TNO heeft in samenwerking met AT tevens nagedacht over mogelijke suggesties hoe te handelen in verschillende 112-mobiel oproepsituaties. Hierna volgen samengevat de resultaten, de daarop gebaseerde voorlopige conclusies en tot slot de aanbevelingen voor vervolgactiviteiten.

5.1 Resultaten

5.1.1 Inzicht in de werking van 112-mobiel

Het onderzoek heeft zich onder andere gericht op de werking van 112 via mobiele netwerken en in de belangrijkste effecten die daarbij kunnen optreden waar de beller rekening mee moet houden. Een mobiele noodoproep en de afhandeling daarvan door een mobiel netwerk zoals vastgelegd in internationale standaarden wijkt op enkele specifieke punten af van reguliere mobiele spraakoproepen. Deze aanpassingen hebben tot doel de verbindingsopbouw te versnellen, de omstandigheden waaronder een 112-mobiel oproep succesvol kan worden gepleegd te verruimen en de prioriteit in de afhandeling door het netwerk te vergroten. Tevens wordt vergroting van de robuustheid beoogd in omgevingen met beperkingen in dekking van individuele netwerken en tot slot vergroting van de traceerbaarheid van de beller in nood. Hierna worden enkele eigenschappen nader toegelicht.

Een essentiële eigenschap van 112-mobiel is de mogelijkheid voor een mobiel toestel om aan te haken op iedere cel in zijn omgeving (ongeacht welke mobiele aanbieder deze cel beheert) die qua radiotechnische condities geschikt lijkt om van daaruit een succesvolle verbinding met het vaste netwerk maken. In die omstandigheden waarin het netwerk van de eigen aanbieder onvoldoende dekking biedt geeft dit dus extra verbindingsmogelijkheden. Dat is een essentieel verschil met reguliere telefoongesprekken, naast het feit dat 112-gesprekken in het mobiele netwerk prioriteit krijgen boven ander spraak- en dataverkeer. Beide eigenschappen vergroten in belangrijke mate de slaagkans van 112-oproepen in mobiele netwerken.

Een andere voor 112-mobiel specifieke eigenschap is dat dit nummer ook met een mobiel toestel zonder actieve SIM-kaart kan worden gebeld. Noemenswaardige en voor de gebruiker belangrijke verschillen ten opzichte van een oproep met een toestel met actieve SIM-kaart (meest courante situatie) zijn ten eerste dat de verbindingsopbouwtijd iets korter blijkt, maar ten tweede dat de Alarmcentrale bij een dergelijke oproep wel een toestelidentificatie heeft maar geen nummer waarop kan worden teruggebeld. Er zijn geen aanwijzingen dat er een verschil in slaagkans van oproepen van dit type aan de orde is.

Een laatste specifieke eigenschap van 112-mobiel is dat separaat de positie wordt meegestuurd van het basisstation in het netwerk die de oproep heeft opgevangen zodat er een ruwe indicatie is van de locatie van de beller (SIM-gebaseerde oproepen).

In het kader van dit onderzoek zijn door AT in nauwe samenwerking met TNO en met medewerking van de landelijke 112 Alarmcentrale de mobiele operators en de fabrikant van het type testmobiel, op systematische wijze testen uitgevoerd in de regio Enschede inclusief het grensgebied met Duitsland, en op de Veluwe. Op basis van ruim 4.300 volledig gemonitorde oproepen is aangetoond dat 112-mobiel althans met de gekozen testconfiguratie volgens verwachting lijkt te werken, met scores voor slaagkans en verbindingstijd die zich in normaal c.q. gunstig opzicht lijkt te verhouden tot gepubliceerde scores in diverse andere Europese landen. Dat is geen impliciet waardeoordeel maar is wel een zinvolle benchmark. Opvallende observaties daarbij zijn geweest het optreden van wachttijden en het verwachte euvel dat optreedt in de grensgebieden indien 112 mobiel wordt gebeld met toestel zonder actieve SIM-kaart. Deze oproepen worden door Duitse netwerken geblokkeerd op grond van Duitse wetgeving. Dit is overigens ook het geval in het grensgebied met België.

Het optreden van soms lange wachttijden bij de opbouw van een 112-verbinding na een oproep is een observatie die expliciet onder de aandacht moet worden gebracht. Er *kunnen* daarbij verbindingsopbouwtijden ontstaan die dusdanig lang zijn dat de gebruiker in de veronderstelling kan geraken dat de 112-mobiel oproep niet lukt. Een mogelijke oorzaak van een langer durende verbindingsopbouw is de werking van het mechanisme voor de terugschakeling van 4G naar 3G/2G voor telefonie, maar daarmee zijn de soms geconstateerde tijden niet volledig verklaarbaar. Omdat lange verbindingsopbouwtijden ongewenst zijn bij 112-mobiel beveelt TNO aan om hier apart naar te kijken, in samenwerking met de mobiele operators. Er zijn overigens technieken in omloop om deze terugschakeltijden te reduceren, maar het genoemde effect treedt in de praktijk toch op. Tevens is van belang erbij aan te geven dat de toepassing van deze terugschakeling tijdelijk is; zodra 112 over VoLTE werkt, is deze niet meer nodig. Daaruit mag niet automatisch worden geconcludeerd dat langdurige verbindingsopbouwtijden tot het verleden zullen behoren. Het is immers nog niet precies duidelijk waar deze door worden veroorzaakt.

5.1.2 Meer inzicht in de bereikbaarheid van 112-mobiel

Ten aanzien van de bereikbaarheid van 112 via mobiele netwerken in de zin van de slaagkans van een 112-mobiel oproep zijn twee zaken van belang namelijk de bevindingen tijdens de uitgevoerde 112-testen en de ontwikkeling van een proefversie van een landelijke ‘112-mobiel dekkingskaart’.

De uitgevoerde 112-testen hebben het inzicht vergroot in de bereikbaarheid van 112 in de bezochte gebieden. Het geregistreerde percentage geslaagde oproepen kwam uit op bijna 99%. Een andere belangrijke observatie is dat 112-mobiel oproepen al bij lage tot zeer lage signaalsterktes (downlink) succesvol kunnen verlopen. In combinatie met de unieke eigenschap ‘emergency camping’ die we op de Veluwe werkend hebben gezien[24], ontstaan al snel signaalsterktecondities die toereikend zijn om 112-mobiel oproepen te doen slagen. Locaties binnen de bezochte gebieden, waar de signaalcondities van alle GSM- en UMTS-netwerken gecombineerd ontoereikend waren zijn ook niet aangetroffen binnen de scope en tijdslijnen van de testen. Deze bevindingen geven, in combinatie met de informatie

[24] In het grensgebied is hoofdzakelijk international roaming geconstateerd.

over de beschikbare netwerkvoorzieningen (opstelpunten) in die gebieden (regio's Enschede en de Veluwe), ons een eerste indicatie van een waarschijnlijk in het algemeen hoge slaagkans van 112-mobiel oproepen aldaar.

Tijdens de 112-mobiel steekproeftesten kon geen verband worden gelegd tussen enerzijds de ontvangen en door een mobiel toestel geregistreerde signaalsterkten en anderzijds de slaagkans van 112-mobiel oproepen. Zulks suggereert niet dat dit verband überhaupt niet bestaat, maar feitelijk waren de dekkingscondities van de gezamenlijke netwerken op de bezochte locaties in het testgebied dermate gunstig dat dit niet tot mislukte oproepen heeft geleid. Wel is op grond van het toch vóórkomen van mislukte oproepen in de testen aangetoond dat er dus klaarblijkelijk ook andere factoren zijn dan de signaalsterkte in de verbinding naar het mobieltje toe die van (beperkende) invloed zijn op de slaagkans.

Door TNO is mede op basis van de inzichten opgedaan tijdens de 112-testen en uitgaande van hoge resolutie dekkingsvoorspellingen die door de drie landelijk mobiele operators kunnen worden aangereikt, gereedschap ontwikkeld voor het maken van een landelijke '112-mobiel dekkingskaart' in basisvorm. De methode komt neer op het eerst genereren van afzonderlijke 112-mobiel dekkingskaarten voor de verschillende netwerkconfiguraties die daarna op betrekkelijk eenvoudige wijze worden gecombineerd. Daarmee is ook al in deze fase van het onderzoek daadwerkelijk door AT een proefversie van de landelijke 112-mobiel dekkingskaart gemaakt die een eerste inzicht biedt in de lokaal te verwachten slaagkans van 112-mobiel oproepen. De nauwkeurigheid van de proefkaart zou echter in de tijd verder moeten worden verbeterd, zeker als de kaart ook in de toekomst van belang blijft. Verbetering kan vooral worden bereikt door middel van aanvullende testen/metingen. Het door TNO ontwikkelde gereedschap is ook daarop ingericht. Het is dan ook van belang dat AT en de operators gezamenlijk tot procesafspraken komen die het efficiënt produceren en publiceren van eventuele updates van de 112-mobiel dekkingskaart faciliteren. Ook hier is in dit stadium al rekening mee gehouden door TNO en AT.

5.1.3 *Meer inzicht in handelingsperspectief*

Tot slot is in dit onderzoek op initiatief van TNO en AT ook aandacht besteed aan concrete voorzorgsmaatregelen en aan suggesties voor handelingen van burgers in situaties waarin 112-mobiel niet werkt c.q. niet lijkt te werken. Voor een opsomming van deze punten wordt naar het betreffende hoofdstuk verwezen.

5.2 Voorlopige conclusies

Deze eerste fase van het 112-mobiel onderzoek heeft zoals beoogd geleid tot een beduidend beter inzicht in de technische werking en in de bereikbaarheid van 112 via mobiele netwerken.

Uit de 112-steekproeftesten is naar voren gekomen dat 112-mobiel functioneert zoals werd verwacht op basis van specificaties vastgelegd in de standaarden, maar met twee belangrijke observaties daarbij, namelijk het risico van langere verbindingsopbouwtijden en het effect van blokkering van 112-mobiel oproepen bij SIM-loos telefoneren dat in grensgebieden met Duitsland respectievelijk België kan optreden, een effect dat door de onderzoekers werd verwacht maar mogelijk publiekelijk niet of weinig bekend is.

De resultaten van de steekproeftesten in de bezochte gebieden op het gebied van mobiele bereikbaarheid van 112 voeden de verwachting dat deze in de bezochte gebieden, uitgedrukt in slaagkans, boven verwachting hoog zal blijken te zijn. Dat neemt niet weg dat er tijdelijk en plaatselijk qua dekking ongunstige situaties kunnen bestaan waardoor een mobiele 112-mobiel oproep niet slaagt. Binnenhuisdekking is niet onderzocht.

Op basis van deze resultaten kunnen nog geen uitspraken worden gedaan over de verwachte uitkomsten voor geheel Nederland. Er is bijvoorbeeld nog geen inzicht in de prestaties van 112-mobiel in gebieden met grote verkeersdrukte zoals in de grote steden in de Randstad. Dit is een andere context dan waar nu is getest. De resultaten hebben verder bevestigd dat ook bij een goede dekking mislukte oproepen toch *kunnen* optreden die maken dat zelfs bij een perfecte dekking de slaagkans de 100% toch niet bereikt.

De verkregen resultaten tot nu toe geven in elk geval geen voeding aan het vermoeden dat er een 112-mobiel dekkingsprobleem bestaat dat door het bijplaatsen van tal van extra opstelpunten moet worden opgelost. Na voltooiing van het gehele 112-mobiel onderzoek waarin aanvullende testen zijn gedaan zal een beter onderbouwd oordeel kunnen worden gegeven over de mobiele bereikbaarheid en over passende oplossingen.

TNO heeft een tool ontwikkeld waarmee nu en/of na voltooiing van het volledige onderzoek een **landelijke 112-mobiel dekkingskaart** kan worden gemaakt. Met de tool is in deze fase van het onderzoek een proefversie gemaakt. Verwezenlijking van een dergelijke kaart kent een flink aantal complicaties die in het rapport zijn benoemd en zeker de eerste versies van de 112-mobiel dekkingskaart zullen ook omzichtig moeten worden geïnterpreteerd. Na afronding van het volledige onderzoek zal door AT een landelijke 112-mobiel dekkingskaart in operationele vorm beschikbaar worden gesteld.

We hebben inzichtelijk kunnen maken dat 112-mobiel oproepen technisch gezien correct kunnen verlopen terwijl de gebruiker toch de **beleving** kan hebben dat de oproep niet slaagt. Een stuk inzicht in de werking van 112 en in wat bellers kunnen doen in geval van ervaren problemen kunnen positief bijdragen aan de menselijke beleving van de slaagkans van 112-mobiel oproepen zonder te ontkennen dat er situaties kunnen optreden waarin het ook echt niet lukt.

5.3 Aanbevelingen voor vervolg

Aanbevolen wordt om aanvullende testactiviteiten uit te voeren gericht op het verder valideren en verbeteren van de nauwkeurigheid van de 112-mobiel dekkingskaart. Dit betreft:

1. het uitvoeren van metingen (laboratoriumtesten) in enkele standaard praktijkscenario’s rond het gebruik van 112-mobiel om de effecten daarvan in signaalsterktecondities te kunnen afschatten en de impact daarvan op de 112-mobiel dekking vast te stellen. Voor scenario’s buitenshuis is dit nog enigszins realistisch te doen;

2. het uitvoeren van laboratoriumtesten met andere courante typen mobieltjes om te kunnen vaststellen in hoeverre het belgedrag en de radiotechnische eigenschappen verschillen van die van de gekozen testmobiel;
3. het uitvoeren van aanvullende en goed voorbereide testen elders in Nederland met dezelfde testconfiguratie als die in de 112-mobiel steekproef is gebruikt met enkele specifieke aandachtspunten. Deze campagne kan van eenzelfde omvang zijn als de voorgaande steekproef. Er is op grond van de huidige inzichten geen reden voor grotere aantallen.

Aanbevolen wordt om gericht te kijken naar feitelijke oorzaken van het optreden van soms lange verbindingsopbouwtijden bij 112-mobiel oproepen. Deze activiteit moet ook helder maken of deze effecten ook in de toekomst zullen blijven bestaan en wat er aan kan worden gedaan om dit terug te dringen.

Indien ook in de toekomst de 112-mobiel dekkingskaart van belang blijft dan wordt aanbevolen om bijzondere aandacht te schenken aan de duiding van de kaart en moet er ruimte zijn voor wijzigingen als gevolg van verdere verbeteringen van de kaart. Van belang is dan ook de inrichting van een efficiënt proces om AT in samenwerking met de mobiele operators in staat te stellen updates van de 112-mobiel dekkingskaart te genereren. Het is aan de overheid om in overleg te treden met de operators over de implicaties ten aanzien van administratieve lasten.

6 Ondertekening

Delft, januari 2015

TNO

Ir F. Klok

Afdelingshoofd

Ir A.H. van den Ende

Hoofdauteur

7 Geraadpleegde documentatie

7.1 Publieke literatuur

AT, Inspectie Veiligheid en Justitie, '1-1-2 onder de loep: een onderzoek naar de opbouw en organisatie van het alarmnummer en de storingen in 2012', Maart 2013

EC/COCOM 14-01, Implementation of the European emergency number 112, 11 February 2014.

3GPP TS 23.122 : Non-Access-Stratum (NAS) functions related to Mobile Station in idle mode

3GPP TS 45.008 : Radio subsystem link control

3GPP TS 43.022 : Functions related to Mobile Station (MS) in idle mode and group receive mode

3GPP TS 25.304 : User Equipment (UE) procedures in idle mode and procedures for cell reselection in connected mode

3GPP TR 22.811 : Review of Network Selection Principles

3GPP TS 22.011 : Service accessibility

3GPP TS 22.101 (ETSI TS 122.101) : Service principles

Prof Gert Frølund Pedersen, 'Mobile telephone Antenna Performance, University of Aalborg', 28 November 2013

Qualcomm & Ericsson, 'Circuit-switched Fallback, the first phase of voice evolution for mobile LTE devices', White Paper, 2012

Huwawei, 'Circuit-switched Fallback: Ultra Flash CSFB', White Paper, 2013

7.2 Overige documentatie

KPN, Antwoorden op vragen van TNO inzake afhandeling 112 oproepen, 8 september 2014 (Vertrouwelijk)

Vodafone, Antwoorden op vragen van TNO inzake afhandeling 112 oproepen, 10 september 2014 (vertrouwelijk)

T-Mobile, Antwoorden op vragen van TNO inzake afhandeling 112 oproepen, 10 september 2014 (vertrouwelijk)

P. Dingenouts, '1-1-2 bereikbaarheid mobiel: hoofdlijnen technische onderzoeksopzet en uitvoering dryrun 30/9 t/m 3/10, AT, oktober 2014.

8 Afkortingenlijst

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AT	Agentschap Telecom
CSFB	Cicruit-Switched Fall Back
GSM	Global System for Mobile communications
IMEI	International Mobile Equipment Identifier
LTE	Long Term Evolution
MNO	Mobile Network Operator
MVNO	Mobile Virtual Network Operator
PSAP	Public Safety Answering Point
RAN	Radio Access Network
SIM	Subscriber Identity Module
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
VoLTE	Voice-over-LTE

A Technische opzet 112-mobiel steekproeftesten

Deze bijlage bevat de door AT in slides opgenomen beschrijving van de testopzet/configuratie voor de steekproeftesten. Resultaten zijn niet in dit rapport opgenomen in verband met vertrouwelijkheid.

Gebruikte middelen (1)

- Rohde & Schwarz Romes drive test software versie 4.81
- Rohde & Schwarz Network Problem Analyzer (NPA) versie 4.81*
- Rohde & Schwarz TSMW netwerk scanner
- Dell laptop Latitude 6430U met externe USB hub
- Samsung S3 (i9305) smartphone (4*)
- VW Golf Variant

* Disclaimer: de in deze ppt genoemde getallen zijn veelal tot stand gekomen na een analyse met NPA. Ter validering van deze resultaten is het aan te bevelen een cross check met andere middelen uit te voeren.

2 <Titel van de presentatie>
<Datum>

Gebruikte middelen (2)

R&S Romes en TSMW

- ID 1503.3001K03-101017, firmware versie 2.0
  - Tuner 1* scant <u>alle</u> GSM/DCS kanalen
  - Tuner 2* scant UMTS 900/2100MHz kanalen én LTE kanalen zoals weergegeven in onderstaande tabel:

UMTS	LTE	LTE
942.2 MHz	796 MHz	2655 MHz
957.4 MHz	806 MHz	2660 MHz
2122.4 MHz	816 MHz	2665 MHz
2127.4 MHz	2620 MHz	2670 MHz
2132.2 MHz	2625 MHz	2675 MHz
2137.2 MHz	2630 MHz	2677.5 MHz
2142.2 MHz	2635 MHz	2680 MHz
2147.2 MHz	2640 MHz	2685 MHz
2152.2 MHz	2645 MHz	
2157.2 MHz	2650 MHz	
2162.2 MHz	2652.5 MHz	
2167.2 MHz		

* deze opzet is van toepassing voor de data vanaf 20141001 t/m 20141003. Op 20140930 is er een automatische verdeling van de taken toegepast. LTE1800 MHz kanalen ontbreken hier.

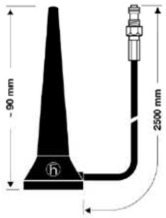
3 <Titel van de presentatie>
<Datum>

Gebruikte middelen (3)

R&S Romes en TSMW netwerkscanner antennes

- Hirschmann MCA 18 90 MH antenne (2*)

Mechanical construction	
Dimensions (W x H x D)	88 x 29 mm
Weight	65 g
Environmental conditions	
Temperature range	-40° C - + 80° C
Protection class	IP66 (acc. IEC 60529)
CELLULAR	
Frequency range	AMPS: 824 - 894 MHz GSM 900: 880 - 960 MHz GSM 1800: 1710 - 1880 MHz GSM 1900: 1850 - 1990 MHz UMTS: 1920 - 2170 MHz
Impedance	50 Ohm
Gain	0 dB
Load capacity	max. 10 W pulsed acc. GSM standard
Cable type	RG 174
Cable length	2500 mm
Connector	FME female



- ANN-MS-0-005 ublox gps antenne verbonden met TSMW ingebouwde GPS receiver
- TSMW antennes zijn op het dak van het voertuig geplaatst

4 <Titel van de presentatie>
<Datum>

Gebruikte middelen (5)

Samsung S3 (GT-i9305)

Standaard toestel/firmware (4*):

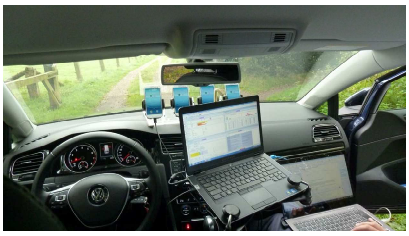
- Android versie 4.3
- Baseband versie I9305XXUEMK1
- Kernel versie 3.0.31-2051278
- Buildnummer JSS15L.I9305XXUEMKC
- Toestellen zijn zodanig geconfigureerd dat Romes via een USB poort met de diagnostic en modem port van de Qualcomm chip set van de Samsung S3 communiceert
- Voorzien van 'Auto Speaker' app zodat bij elke uitgaande oproep de speaker van de S3 wordt geactiveerd.

5 <Titel van de presentatie>
<Datum>

Gebruikte middelen (6)

Samsung S3 (GT-i9305)

- Telefoons zijn in een houder op een plexiglas frame bevestigd dat op het dashboard van de auto is geplaatst
- De hart tot hart afstand van de telefoons bedraagt circa 15 cm.



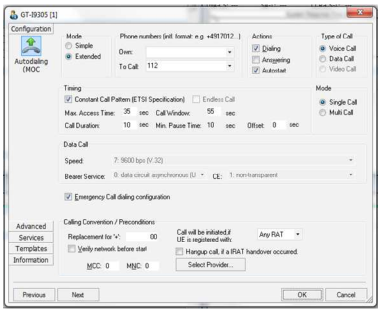


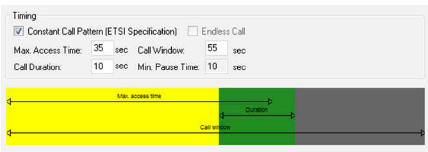
6 <Titel van de presentatie>
<Datum>

Gebruikte middelen (7)

R&S Romes en 'dialing' karakteristiek Samsung S3 telefoons.

- Na de start van de meting bellen de S3 telefoons uit volgens onderstaande karakteristiek.
- 'Emergency Call dialing configuration' in Romes is geactiveerd





Uit Romes manual

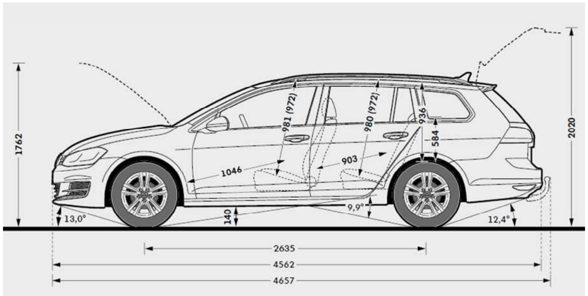
Autodialing an emergency call will lead to a short-time UNCONNECTED state to allow the mobile to scan for the best serving cell independent from its home network, which will killl the call immediately. Enabling the "Emergency Call dialing configuration" will avoid this.

7 <Titel van de presentatie>
<Datum>

Gebruikte middelen (8)

VW Golf Variant

- Voorzien van 230volt omvormer



B Totstandkoming van de 112-mobiel dekkingskaart (basisvorm)

Uit de steekproeftesten is naar voren gekomen dat *wanneer de radiotechnische omgevingscondities toereikend zijn*, de slaagkans van een 112-mobiel oproep weliswaar geen 100% is, maar daar wel zeer dichtbij in de buurt komt. We brengen terug in herinnering dat van de in totaal 3.259 oproepen (oproepen van toestel zonder SIM-kaart buiten beschouwing gelaten) er 39 niet waren gelukt. Dat is een faalpercentage van rond de 1%[25]. De cursief gedrukte formulering “wanneer de radiotechnische omgevingscondities toereikend zijn” slaat op de situatie waarbij van de kandidaat-netwerken waarop het mobiele toestel in zijn omgeving zou kunnen aanhaken (uiteraard inclusief het eigen thuis-netwerk) toereikende signaalcondities van slechts één netwerk in die omgeving uiteindelijk volstaan voor een succesvol af te handelen oproep. Als, bijvoorbeeld door slechte of verslechterende signaalcondities in de cel waarop het toestel initieel was aangehaakt, emergency camping plaats vindt en op een bruikbare cel van een alternatief netwerk wordt gecamped met toereikende signaalsterkte condities dan leidt dit alsnog tot een geslaagde oproep, tenzij door andere factoren de oproep niet slaagt (1% zoals tijdens de steekproeftesten bepaald).

Het uitgangspunt ‘Camp on any (acceptable) cell’ is voorlopig gebruikt om te kunnen stellen dat een mobiele telefoon die een 112-mobiel oproep doet uiteindelijk slechts 1 netwerk nodig heeft om deze oproep succesvol te kunnen doorzetten en dat alle netwerken in zijn directe omgeving daarvoor in aanmerking komen inclusief het netwerk waar het toestel eventueel bij geregistreerd is, verder afhankelijk van hun individuele radiocondities ter plaatse.

Om voor iedere locatie te kunnen bepalen of de radiotechnische omgevings-condities aldaar toereikend zijn, zijn betrouwbare signaalsterktevoorspellingen nodig van de individuele netwerken, zowel voor de uplink- als de downlink-verbinding. De partijen die daar primair over beschikken zijn de mobiele operators. Immers dergelijke berekeningen zijn nodig voor een goede netwerkplanning. Operators beschikken over geavanceerde tools waarmee signaalsterktevoorspellingen kunnen worden gedaan op basis van detailinformatie over terreinomstandigheden en actuele netwerkconfiguraties. Bij GSM is dit de predictie van het BCCH signaal, bij UMTS het CPICH signaal. Signaalsterktevoorspellingen kunnen worden verstrekt met een zekere geografische resolutie, van bijvoorbeeld 40x40 meter, wat in feite neerkomt op een raster van posities (in Rijksdriehoek of WGS coördinaten)[26]. De gewenste predictie op een willekeurige locatie (in het raster) is die van de *best server*. Dit is van alle basisstations in de omgeving (behorende tot een bepaald netwerk) het basisstation met het sterkste signaal. Zoals eerder opgemerkt zijn voor een goede verbinding tussen het mobiele toestel en het netwerk zowel de downlink als de uplink van

[25] Dit cijfer kan strikt genomen gevallen bevatten waarbij de radioweg toch wel degelijk een faalfactor was. Dit is echter uit de steekproefanalyse niet naar voren gekomen.
[26] In verband met operator specifieke rasterkeuzes is een neutraal TNO-raster gedefinieerd waarop alle predictiewaarden worden geprojecteerd. In de afbeeldingsoperatie wordt interpolatie toegepast.

belang. In de methode hebben we ons beperkt tot uitsluitend het rekenen met downlink voorspellingen. Dit sluit goed aan bij de planningsmethoden van mobiele operators. Hoewel een 112-mobiel oproep in de allereerste plaats een functionerende uplink vergt is uiteindelijk de downlink verbinding ook vereist. Hoewel men in de netwerkplanning streeft naar symmetrie van de verbinding is het denkbaar dat voor de downlink een succesvolle verbinding wordt voorspeld terwijl dat gelijkertijd niet opgaat voor de uplink. In onze aanpak valt die situatie in de categorie “verbinding mislukt door andere oorzaken dan een onvoldoende sterk downlink signaal”.

De huidige versie van de 112-mobiel dekkingskaart voor een zeker geselecteerd gebied komt tot stand door eerst per individuele netwerkconfiguratie (operator/technologie/frequentie) te voorspellen of op iedere locatie in dat gebied sprake is van toereikende signaalsterktecondities in de downlink, De uitspraak **‘wel/niet toereikend’** wordt in beginsel bepaald door de uitkomst van de volgende verschilberekening:

Voorspelde downlink signaalsterkte (overschrijdingskans) – Drempelwaarde (dBm)

Is de uitkomst negatief dan is de uitkomst “niet toereikend” anders het tegenovergestelde. Een dergelijke uitkomst moet met een bepaalde betrouwbaarheid worden bepaald. Immers de (voorspelde) signaalsterkte is een stochastisch fenomeen met een gemiddelde waarde en een spreiding. In het geval van de 112-mobiel dekkingskaart heeft de toepassing van een hoge overschrijdingskans de voorkeur met een aanbeveling van 99% waarmee de resterende kans op onderschrijding 1% bedraagt, hetgeen goed correspondeert met het percentage gefaalde oproepen tijdens de steekproeftesten. De signaalsterktewaarden die normaliter worden gegenereerd en die ook zijn gevraagd zijn mediane waarden (50%) Op basis van de eveneens door de operators verstrekte informatie over de spreiding kan bij de gewenste **overschrijdingskans** een herberekening worden uitgevoerd van de signaalsterktewaarden.

Op de voorspelde signaalsterktewaarden en/of drempelwaarden kunnen nog correcties worden toegepast. Men kan die correcties deels onderbrengen in de berekening van de downlink-signaalsterkte en in de berekening van de drempelwaarde. Beide is verdedigbaar als in de calculatie maar duidelijk is welke keuze wordt gemaakt. Wij kiezen ervoor alle toestel- (antennes) en alle omgeving (verschillende outdoor scenario’s) gerelateerde correctiefactoren te verdisconteren in de berekening van de dowlnlink signaalsterkte. Ten tijde van het schrijven van dit rapport werden de correctiefactoren vastgesteld en van een reële waarde voorzien.

De in de vergelijking genoemde **drempelwaarde** is naast de overschrijdingskans een tweede belangrijke parameter voor de 112-mobiel dekkingskaart. De gehanteerde drempelwaarden voor de eerste versie van de 112-mobiel dekkingskaart zijn ontleend aan de resultaten van het in 2013 uitgevoerde Deense onderzoek. De tabel uit paragraaf 2.4 geeft de volgende gemiddelde waarden aan voor de gevoeligheid van de door hen geteste mobiele telefoons:

Technologie	Gevoeligheid[27] (dBm)
GSM900	-94,8
UMTS900	-98,1
GSM1800	-100,6
UMTS2100	-103,2

Een alternatieve mogelijkheid is om uit te gaan van de netwerkinstellingen die tijdens de protocolafhandeling van een oproep vergeleken met de door de mobiele telefoon ontvangen en geregistreerde downlink signaalsterkte. Die drempelwaarde is belangrijk bij de beslissing of naar een andere cel moet worden gecamped. Bekeken zou moeten worden of dit een zinvolle of zelfs noodzakelijke keuze is om de nauwkeurigheid van de kaart te verbeteren.

Voor een gegeven netwerkconfiguratie wordt op deze wijze voor elk locatie in het gekozen gebied (op basis van het raster) bepaald of daar de downlink signaalsterkte wel/niet toereikend is, uitgaande van de opgegeven gewenste betrouwbaarheid. Is die toereikend, dan krijgt de betreffende pixel op de kaart die bij die betreffende netwerkconfiguratie hoort de kleur GROEN, anders ORANJE.

De 112-mobiel dekkingskaart ontstaat door combinatie van de afzonderlijke kaarten voor iedere mogelijke netwerkconfiguratie. De wijze van combineren is voorlopig gebaseerd op het belangrijke beginsel ‘Camp on any (suitable) cell” en de noodzaak voor een 112-mobiel oproep om uiteindelijk één uit alle mogelijke (te ontvangen) configuraties te vinden waarop met succes kan worden gecamped. Aldus wordt een pixel op de uiteindelijke 112-mobiel dekkingskaart GROEN als op tenminste één van de onderliggende kaarten een GROEN pixel wordt aangetroffen. Het maakt voor de verbindingswaarschijnlijkheid uit of er in de omgeving een of meerdere netwerken zijn die geschikt zijn op daarop te campen. Als er meerdere kandidaten zijn, vergroot dit de slaagkans. Dit wordt in de 112-mobiel dekkingskaart verdisconteerd door te werken met verschillende groentinten, van licht naar donker.

GROEN betekent nooit 100% kans. Immers we hebben geconstateerd dat er ook door andere factoren 112-mobiel oproepen kunnen mislukken. We achten het echter niet zinvol om de kaart te voorzien van getalsmatige informatie omdat die een nauwkeurigheid suggereert die niet aan de orde is. De kansanalyse die nodig is om tot betrouwbare kwantitatieve indicaties te komen is bijzonder complex. Een van de issues daarbij is dat de netwerken zich niet statistisch onafhankelijk van elkaar gedragen. Netwerken delen sites met elkaar en de uitwerking van lokale propagatie-omstandigheden op individuele radioverbindingen aldaar is vrij sterk gecorreleerd. Beide leiden tot een correlatie tussen de afzonderlijke uitspraken “wel/niet toereikend”. Aldus zullen dergelijke cijfers (terecht) snel bloot staan aan kritieken.

De vraag is of de kaart wel een reële verwachting geeft indien *alle* mogelijke netwerkconfiguraties op deze wijze worden meegenomen. Immers, een concreet

[27] Op het moment van schrijven waren de waarden voor UMTS nog niet geheel zeker.

type mobiele telefoon ondersteunt wellicht niet alle opties. De kwestie hoe ten aanzien van de kaart het beste kan worden omgegaan met verschillen in typen telefoons vergt nog nadere aandacht. Ook heeft de 112-mobiel steekproef nog geen afdoende bewijs geleverd dat het ‘Camp on any cell’ principe in de praktijk ook daadwerkelijk inhoudt dat alle mogelijke en door een mobiel ondersteunde configuraties mogen worden meegenomen in de bepaling van de resulterende slaagkans.